

# Imagen estereotipada y actitud hacia la ciencia en Educación Primaria temprana

*César Quílez Cervero*



## Directores

Dr. Miguel Ángel Queiruga Dios

Dr. Radu Bogdan Toma

Tesis Doctoral  
2025



# Imagen estereotipada y actitud hacia la ciencia en Educación Primaria temprana

*Tesis Doctoral*

Autor:

César Quílez Cervero

Directores:

Dr. Miguel Ángel Queiruga Dios

Dr. Radu Bogdan Toma





# Agradecimientos

Con estas palabras quiero expresar mi más sincero agradecimiento a todas las personas que, con su tiempo, apoyo y colaboración, han contribuido a que esta tesis sea una realidad.

Comienzo estas líneas con la convicción de que este trabajo no habría sido posible sin la motivación, el empeño y las críticas constructivas de quienes me han acompañado en esta gran travesía. Culminar esta investigación representa tan solo el inicio de un camino de transformación e innovación que deseo recorrer junto a todos ellos.

No resulta sencillo plasmar en palabras la gratitud que siento al escribir las últimas páginas de esta tesis.

Mi agradecimiento al Dr. Miguel Ángel Queiruga Dios por asumir la dirección de esta tesis y guiarme en su desarrollo. Gracias por confiar en mí desde el primer momento, por revisar cada detalle con esmero, por orientarme con claridad, y por su constante disposición. Su paciencia, sus consejos y el tiempo compartido han sido un verdadero faro en este proceso. También agradezco profundamente al Dr. Radu Bogdan Toma, por enseñarme a mirar la enseñanza desde otra perspectiva, por su sabiduría, su claridad en el análisis y por ser una fuente constante de inspiración. A ambos, mi agradecimiento por mostrarme, con cariño y firmeza, el valor del rigor académico, por respetar mis tiempos y por crear un espacio de reflexión y diálogo.

Asimismo, agradezco al programa de Doctorado en Educación, por brindarme la posibilidad de continuar con mi formación académica. Del mismo modo, muestro mi gratitud a la Agencia Estatal de Investigación de España, por la financiación del proyecto PID2020-117348RB-I00, en el que se enmarca la presente tesis doctoral.

Gracias a todo mi alumnado, pasado y futuro, quienes son la referencia que guía mi crecimiento como profesional y el motor de mi aprendizaje continuo. A los verdaderos protagonistas de esta investigación, los niños y las niñas que participaron con entusiasmo en esta propuesta: gracias por su espontaneidad, su energía y su autenticidad.

A mis amigos, de toda la vida y los que el camino me ha regalado, gracias por estar, por compartir su tiempo y su alegría conmigo. Por hacerme salir de la rutina, por entusiasmarme e ilusionarme con nuevos proyectos, por lo mucho que significan para mí y por hacerme sentir valorado. Gracias por creer en mí, por ser compañeros de vida, cómplices de aventuras y por ayudarme a ser mejor persona, imposible si no fuera a vuestro lado.

Mi gratitud más profunda es para mi familia. A mis tíos, por estar siempre presentes, brindando ayuda incluso antes de que la pida, sin pedir explicaciones ni esperar nada a cambio.

A mi madre, a quien debo todo lo que soy. Gracias por darme la vida y dedicarme la suya. Por su fortaleza, su coraje, y por las lecciones de vida que sigue compartiendo conmigo cada día.

A mis hijos, Candela y Bruno. Gracias por transformar a cada momento mi mundo, por ser mi refugio, mi sustento, impulso y mi alegría diaria. Sois el mayor regalo que me ha dado la vida. No imagino mi existencia sin vosotros. Nada tendría sentido si no fuera por vosotros. Gracias por escucharme, por entenderme, por confiar siempre en mí y por prestarme vuestro tiempo. Siento mucho los desafíos que habéis enfrentado, que no os correspondían, juntos podemos con todo.

Finalmente, a Carol, gracias por tu apoyo incondicional hasta el último momento, por animarme a hacer todo lo que me proponía, a seguir mis sueños, aunque parecieran extraños o imposibles. Lo siento mucho, no llegué a ser Doctor a tiempo para curar todos los males.



*TEMPORA MUTANTUR, ET NOS MUTAMUR IN ILLIS.*

*Los tiempos cambian y nosotros cambiamos con ellos. Siempre estamos en proceso de cambio.*

Lotario I (795-855), Emperador del Imperio Carolingio.



# Diseminación

Los resultados de esta tesis doctoral han sido diseminados en dos artículos de investigación:

- Journal Citation Reports (Q1) y Scopus (Q1):

Quílez-Cervero, C., Díez-Ojeda, M., López Gallego, A. A., y Queiruga-Dios, M. A. (2021). Has the Stereotype of the Scientist Changed in Early Primary School-Aged Students Due to COVID-19? *Education Sciences*, 11 (7), 365.

<https://doi.org/10.3390/educsci11070365>

- Journal Citation Reports (Q3) y Scopus (Q3):

Quílez-Cervero, C., Toma, R. B., y Queiruga-Dios, M. A. (2025). Spanish-Speaking Children's Attitudes Toward School Science: Instrument Development and Psychometric Analysis. *Psychological Studies*, 70 (1), 148-158.

<https://doi.org/10.1007/s12646-025-00819-4>



# Declaraciones

## Financiación

La presente Tesis Doctoral fue desarrollada en el marco de un proyecto de investigación financiado por la Agencia Estatal de Investigación de España. El código del proyecto es PID2020-117348RB-I00. La entidad financiadora no ha tenido ningún rol en la conceptualización, diseño, recogida de datos, análisis de los resultados o las conclusiones que se derivan de este trabajo.

## Uso de Inteligencia Artificial

A lo largo de la redacción de la presente memoria de Tesis Doctoral, se ha empleado distintas herramientas de Inteligencia Artificial, en concreto, Gemini y ChatGPT, únicamente con fines de mejora y corrección de la redacción. Ejemplos de instrucciones incluyen “Acorta la extensión de estas oraciones” o “Corrige gramaticalmente este párrafo”. Estas herramientas no han sido empleadas con ningún otro fin, tales como la conceptualización de la investigación, la generación de explicaciones, o el análisis e interpretación de los datos.



# Tabla de contenido

<b>Capítulo 1 Introducción .....</b>	<b>21</b>
1.1. Antecedentes .....	21
1.2. Planteamiento del problema .....	23
1.3. Objetivos de investigación.....	25
1.4. Alcance y delimitaciones .....	25
1.5. Estructura de la Tesis Doctoral .....	27
<b>Capítulo 2 Fundamentación teórica .....</b>	<b>28</b>
2.1. Imagen estereotipada sobre los científicos .....	28
2.2. Actitudes hacia la ciencia .....	32
<b>Capítulo 3 Metodología .....</b>	<b>36</b>
3.1. Imagen estereotipada.....	36
3.1.1. Participantes .....	36
3.1.2. Instrumentos .....	37
3.1.3. Procedimiento y análisis de los datos .....	38
3.2. Actitud hacia la ciencia .....	39
3.2.1. Fase 1 – Validez estructural .....	40
3.2.2. Fase 2 – Ajuste del modelo .....	41
3.2.3. Fase 3 – Estabilidad temporal .....	42
3.2.4. Fase 4 – Validez de constructo .....	43
3.2.5. Fase 5 – Sensibilidad al cambio.....	44

<b>Capítulo 4 Resultados .....</b>	<b>48</b>
4.1. Imagen estereotipada y variables influyentes .....	48
4.1.1. Resultados según variable género y curso .....	49
4.1.2. Comparación entre cursos escolares.....	58
4.2. Desarrollo del instrumento CASS .....	61
4.2.1. Fase 1 – Validez estructural .....	61
4.2.2. Fase 2 – Ajuste del modelo .....	63
4.2.3. Fase 3 – Estabilidad temporal .....	65
4.2.4. Fase 4 – Validez de constructo .....	65
4.2.5. Fase 5 – Sensibilidad al cambio.....	65
<b>Capítulo 5 Discusión de los resultados.....</b>	<b>67</b>
5.1. Principales hallazgos .....	67
5.2. Interpretación y discusión .....	68
5.3. Implicaciones educativas .....	74
5.4. Limitaciones y prospectiva.....	75
5.5. Conclusiones generales .....	79
<b>Referencias .....</b>	<b>83</b>



# Resumen

Esta tesis doctoral analiza la imagen estereotipada de los científicos y las actitudes hacia la ciencia escolar en alumnado de 6 a 8 años. Sus objetivos son: 1) examinar las representaciones actuales de científicos, considerando el género, el curso y el impacto del COVID-19 y 2) desarrollar y validar el Cuestionario de *Actitudes hacia la Ciencia Escolar* (CASS). Los resultados revelan una evolución del estereotipo tradicional. Existe una representación más diversa, con mayor presencia de mujeres y científicos jóvenes, notablemente en los dibujos de las niñas. El contexto de la pandemia influyó significativamente, asociándose la figura científica con la investigación médica y el desarrollo de vacunas. Para el segundo objetivo, se diseñó y validó el CASS. El instrumento demostró una estructura de dos factores (*Disfrute* y *Autoeficacia*), con adecuadas propiedades psicométricas: validez estructural, consistencia interna, fiabilidad test-retest y validez de constructo. Además, se mostró sensible al cambio, detectando una mejora significativa en la autoeficacia del alumnado tras una intervención educativa basada en la indagación. Se concluye que es viable y relevante evaluar estos constructos desde edades tempranas con instrumentos específicos. Los hallazgos subrayan la importancia de intervenir en esta etapa para contrarrestar estereotipos y fomentar actitudes positivas hacia la ciencia, sentando bases para futuras vocaciones científicas.

Palabras clave: Estereotipos, actitudes hacia la ciencia, Educación Primaria, Validación de instrumentos, COVID-19



# Abstract

This Ph.D. dissertation examines the stereotypical image of scientists and attitudes toward school science among students aged 6 to 8. Its objectives are: 1) to analyze current representations of scientists, considering gender, academic year, and the impact of COVID-19; and 2) to develop and validate the *School Science Attitudes Questionnaire* (CASS). The results show an evolution of the traditional stereotype view. Representations are more diverse, with increased presence of women and young scientists, notably in the drawings made by girls. The pandemic context significantly influenced the imagery, associating scientists with medical research and vaccine development in a substantial portion of the representations. For the second objective, the CASS was designed and validated. The instrument demonstrated a robust two-dimensional structure (*Enjoyment* and *Self-efficacy*) and adequate psychometric properties, including structural validity, internal consistency, test-retest reliability, and construct validity. Furthermore, it proved sensitive to change, detecting a significant improvement in students' self-efficacy after an inquiry-based educational intervention. The dissertation concludes that it is feasible and relevant to assess these constructs from early ages using specific instruments. The findings highlight the importance of addressing this constructs at this stage to counteract limiting stereotypes and foster a positive attitudes toward science, which can lay the groundwork for future scientific vocations.

Keywords: Stereotype, attitudes toward science, Primary Education, Instrument validation, COVID-19.

# Capítulo 1

## Introducción

Este capítulo presenta los fundamentos y la justificación de la Tesis Doctoral. En primer lugar, se contextualiza la problemática analizando los Antecedentes de la investigación, con énfasis en la evolución de los estereotipos sobre los científicos y las actitudes hacia la ciencia en edades tempranas. A continuación, se delimita el Planteamiento del Problema, identificando la carencia de instrumentos válidos y fiables para estas edades. Partiendo de este diagnóstico, se formulan los Objetivos generales y específicos que guían el trabajo. Finalmente, el capítulo concluye presentando el Alcance y las Delimitaciones.

### 1.1. Antecedentes

La comunidad educativa internacional muestra una preocupación creciente por la disminución del interés hacia las carreras científicas entre los jóvenes. Esta tendencia resulta alarmante porque la alfabetización científica de la ciudadanía es fundamental para el progreso tecnológico y económico, además de ser esencial para la toma de decisiones informadas en una sociedad compleja (Roberts y Bybee, 2014). La investigación señala que el origen de este problema se encuentra en las actitudes y

percepciones que los estudiantes desarrollan durante sus primeros años de escolarización (Miller, 2021).

Dos líneas de investigación explican este fenómeno. La primera se centra en la imagen del científico. La representación mental que los estudiantes tienen sobre la figura del investigador y su trabajo funciona como un modelo referencial que influye en su identificación con la ciencia (Christidou et al., 2016). Históricamente, esta imagen ha estado dominada por un estereotipo específico: un hombre blanco, de edad avanzada, con bata de laboratorio y gafas, trabajando de forma aislada (Chambers, 1983; Mead y Metraux, 1957). Este arquetipo, ampliamente difundido en la cultura popular y los medios de comunicación (Vázquez y Manassero, 1998), puede generar distanciamiento, especialmente entre las alumnas, que encuentran dificultades para proyectarse en dicha figura (Miller et al., 2018).

La segunda línea de investigación aborda las actitudes hacia la ciencia escolar. Las actitudes, definidas como una tendencia psicológica que se expresa mediante evaluaciones de favor o desfavor (Eagly y Mladinic, 1993), constituyen un constructo multidimensional con componentes afectivos, cognitivos y conductuales (Breckler, 1984). Existe consenso en la literatura sobre el deterioro progresivo de estas actitudes a medida que los estudiantes avanzan en el sistema educativo (Osborne et al., 2003; Potvin y Hasni, 2014). Este distanciamiento de la ciencia escolar es particularmente crítico porque ocurre en una etapa formativa esencial para el desarrollo de vocaciones e intereses permanentes.

La investigación en estos ámbitos enfrenta limitaciones metodológicas significativas. Blalock et al. (2008) y Toma y Lederman (2022) identificaron una escasez de instrumentos de medición con evidencias sólidas de validez y fiabilidad para los primeros cursos de Educación Primaria. La mayoría de los cuestionarios se han diseñado para estudiantes de cursos superiores, lo que limita la capacidad de diagnosticar e intervenir oportunamente, justo cuando se forman los estereotipos y actitudes fundamentales (Quílez-Cervero et al., 2021).

Investigaciones recientes sugieren que este panorama está evolucionando. Estudios que emplean la técnica del dibujo (DAST y sus variantes) indican que el estereotipo tradicional del científico está siendo reemplazado por representaciones más diversas, que incluyen mujeres, científicos jóvenes y trabajo colaborativo (Miller et al., 2018; Christidou et al., 2016). Además, eventos globales como la pandemia de COVID-19 han demostrado tener un impacto directo en la percepción infantil, acercando la figura del científico a la sociedad como agente de solución de problemas urgentes (Quílez-Cervero et al., 2021).

En este contexto, resulta prioritario disponer de herramientas de evaluación robustas que permitan capturar con precisión tanto la imagen emergente del científico como las actitudes hacia la ciencia en los estudiantes más jóvenes. Contar con estos instrumentos representa un paso fundamental para diseñar intervenciones educativas basadas en evidencias que logren revertir la desmotivación temprana y fomenten una conexión positiva con la ciencia.

## **1.2. Planteamiento del problema**

La investigación educativa ha establecido de manera consistente dos fenómenos críticos para el desarrollo de vocaciones científicas: la persistencia de estereotipos sobre la figura del científico y el declive progresivo de las actitudes hacia la ciencia escolar durante la trayectoria educativa (Osborne et al., 2003; Potvin y Hasni, 2014). Sin embargo, existe una desconexión fundamental entre el reconocimiento de estos problemas y la capacidad para abordarlos de manera efectiva en las etapas educativas tempranas, donde se forman las percepciones y actitudes fundamentales.

El problema central que identifica esta tesis es la carencia de herramientas válidas y fiables para diagnosticar y evaluar estos constructos en estudiantes de los primeros cursos de Educación Primaria. Como señalaron Blalock et al. (2008) y confirmó Toma

y Lederman (2022), la mayoría de los instrumentos existentes carecen de las propiedades psicométricas necesarias para su uso con poblaciones infantiles, o están diseñados para cursos superiores. Esta limitación metodológica tiene consecuencias directas en la investigación y la práctica educativa:

Primero, imposibilita la detección temprana de estereotipos limitantes sobre los científicos. Estudios como los de Chambers (1983) y Mead y Metraux (1957) demostraron la existencia de una imagen estereotipada del científico, pero la evidencia reciente sugiere que esta representación podría estar evolucionando (Miller et al., 2018; Christidou et al., 2016). Sin instrumentos adaptados a las características evolutivas de los niños más pequeños, no es posible determinar con precisión cómo se configuran estas representaciones en la etapa clave de 6 a 8 años, ni evaluar el impacto de eventos sociales relevantes, como demostró ser la pandemia COVID-19 (Quílez-Cervero et al., 2021).

Segundo, la falta de instrumentos adecuados dificulta la evaluación del impacto de intervenciones educativas diseñadas para mejorar las actitudes hacia la ciencia. Aunque la literatura reconoce que metodologías como el aprendizaje por indagación pueden influir positivamente en las actitudes científicas (Aguilera y Perales-Palacios, 2020), la carencia de herramientas de medición sensibles a los cambios en estas edades limita la posibilidad de generar evidencia sólida sobre qué intervenciones son más efectivas en los primeros niveles educativos.

Tercero, esta limitación metodológica obstaculiza la investigación longitudinal sobre el desarrollo de las actitudes científicas. Como señalaron Maltese y Tai (2011), es en los primeros años escolares cuando comienzan a definirse las trayectorias vocacionales, pero la imposibilidad de medir consistentemente las actitudes en estos niveles impide identificar los factores que predicen el mantenimiento o abandono del interés por la ciencia.

Esta tesis aborda este vacío metodológico mediante el desarrollo y validación de dos instrumentos complementarios: una adaptación del *Draw-A-Scientist Test* para evaluar la imagen del científico en edades tempranas, y un cuestionario de actitudes hacia la ciencia escolar con adecuadas propiedades psicométricas para primeros cursos de Primaria. La resolución de este problema metodológico constituye un requisito previo esencial para avanzar en la comprensión de cómo se forman las percepciones y actitudes científicas en las etapas más tempranas del sistema educativo.

### 1.3. Objetivos de investigación

El objetivo general de esta Tesis Doctoral es *Desarrollar y validar instrumentos de evaluación que permitan diagnosticar de forma fiable la imagen sobre los científicos y las actitudes hacia la ciencia escolar en estudiantes de 6 a 8 años*. A partir de este objetivo general, se han formulado dos objetivos específicos:

1. *Analizar la imagen actual de los científicos entre estudiantes de primeros cursos de Educación Primaria, examinando la presencia de estereotipos tradicionales, la influencia de variables como el género y el curso académico, y el impacto de contextos sociales relevantes como la pandemia COVID-19 en dichas representaciones.*
2. *Diseñar y validar psicométricamente un cuestionario de actitudes hacia la ciencia escolar (CASS) para los primeros cursos de Primaria, demostrando su capacidad para medir constructos actitudinales de manera fiable y para evaluar la eficacia de intervenciones educativas basadas en la indagación.*

### 1.4. Alcance y delimitaciones

En cuanto a su alcance, esta tesis doctoral establece su ámbito de actuación en el desarrollo y validación de instrumentos de

evaluación para la educación científica en etapas tempranas. La investigación se circunscribe específicamente al contexto de estudiantes de 6 a 8 años pertenecientes al sistema educativo español, abordando dos constructos fundamentales: las representaciones sociales sobre los científicos y las actitudes hacia la ciencia escolar.

El alcance metodológico del primer estudio se concreta en la aplicación y adaptación del *modified Draw-A-Scientist Test* (mDAST) desarrollado por Farland-Smith (2012). Esta herramienta permite un análisis multidimensional que trasciende la mera apariencia física del científico para examinar su entorno de trabajo y actividad profesional. Una contribución significativa de este trabajo reside en la incorporación de variables contextuales, particularmente el impacto de la pandemia COVID-19, como factor modulador de las representaciones infantiles. El estudio abarca además el análisis de variables sociodemográficas como el género del estudiante y la evolución de las representaciones a través de los tres primeros cursos de Educación Primaria.

Esta investigación se delimita conceptual y metodológicamente en varios aspectos fundamentales. En primer lugar, el estudio se circunscribe al contexto específico de estudiantes de 6 a 8 años dentro del sistema educativo español. Ello responde a que se trata de una etapa como crítica para la formación de representaciones y actitudes científicas iniciales.

Metodológicamente, la evaluación de la imagen del científico se delimita a la aplicación del *modified Draw-A-Scientist Test* (mDAST), priorizando el análisis de tres dimensiones específicas: apariencia, ubicación laboral y actividad profesional. Esta delimitación instrumental permite una comparación consistente con estudios previos que han utilizado esta herramienta, al mismo tiempo que incorpora la variable contextual de la pandemia COVID-19 como factor que podría modular de las representaciones sobre los científicos y las científicas. En cuanto al desarrollo del cuestionario de actitudes, la investigación se delimita a la medición de dos dimensiones actitudinales centrales: el dominio afectivo y el

cognitivo. Esta delimitación dimensional responde a la necesidad de crear un instrumento breve y adecuado a las capacidades, manteniendo al mismo tiempo propiedades psicométricas robustas.

Finalmente, el ámbito geográfico de la investigación se delimita a centros educativos de la provincia de Burgos, incluyendo tanto instituciones públicas como concertadas, lo que permite alcanzar cierta representatividad del sistema educativo en esta región, si bien no la de otros contextos de España.

## **1.5. Estructura de la Tesis Doctoral**

Esta memoria de Tesis Doctoral se estructura en cinco capítulos fundamentales que desarrollan de manera secuencial el proceso de investigación. Tras el capítulo introductorio, que contextualiza el problema, revisa antecedentes y establece los objetivos, el Capítulo 2 presenta la fundamentación teórica sobre la imagen estereotipada del científico y las actitudes hacia la ciencia. El Capítulo 3 detalla el diseño metodológico para ambos estudios, incluyendo la aplicación del *modified Draw-A-Scientist Test* (mDAST) y el desarrollo del *Cuestionario de Actitudes hacia la Ciencia Escolar* (CASS). El Capítulo 4 expone los resultados obtenidos, desglosados según cada objetivo específico. Finalmente, el Capítulo 5 integra la discusión de los hallazgos, sus implicaciones educativas, las limitaciones y las conclusiones generales, proponiendo líneas futuras de investigación.

# Capítulo 2

## Fundamentación teórica

Este capítulo presenta los fundamentos teóricos sobre el cual se desarrolla la presente Tesis Doctoral, organizada y segmentada para dar soporte a los dos objetivos específicos de la investigación. En concreto, se aborda la necesidad de comprender la imagen de la persona científica y la urgencia de desarrollar actitudes favorables hacia la ciencia desde una edad temprana. Se analiza la persistencia de estereotipos tradicionales y la influencia de variables sociales relevantes, y se identifica la carencia de instrumentos válidos y fiables para la medición de las actitudes hacia la ciencia escolar en los primeros cursos de Primaria.

### 2.1. Imagen estereotipada sobre los científicos

La educación científica del alumnado tiene lugar en una gran diversidad de contextos. Por consiguiente, la imagen que este construye respecto a la persona dedicada a la ciencia y a su labor aparece fuertemente influenciada por la información procedente de la cultura popular y los medios de comunicación (Jones y Bangert, 2006; McCarthy, 2014; Vázquez y Manassero, 1998). Durante más de un año, la crisis desencadenada por la COVID-19 ha saturado los medios de comunicación, generando una situación global de sobrecarga informativa. Esta información se difunde a través de medios digitales, entornos personales, medios

tradicionales, cursos académicos, personal sanitario y el ámbito familiar. No obstante, el impacto no reside únicamente en el volumen de información, sino que esta sobrecarga, particularmente cuando se mezcla con desinformación, genera una preocupación continua y estrés en las familias (Ho, Chen y Yen, 2020). El alumnado de los primeros cursos de Educación Primaria no es ajeno a este flujo informativo. Por lo tanto, la exposición diaria a contenidos televisivos y a conversaciones con su entorno más cercano podría influir en la imagen que desarrollan sobre la ciencia y el trabajo científico.

La representación que el alumnado forja sobre la persona científica y su entorno constituye un factor relevante en el desarrollo de actitudes hacia la ciencia y en futuras vocaciones científicas (She, 1998). Tradicionalmente, las imágenes confusas e inapropiadas de la ciencia y los científicos se han asociado con actitudes negativas hacia esta disciplina (Christidou, Bonoti y Kontopoulou, 2016; Farland-Smith, Finson, Boone y Yale, 2014; Finson, 2002; Mason, Kahle y Gardner, 1991). Por el contrario, concepciones más realistas son necesarias tanto para comprender la naturaleza de la ciencia como para facilitar la toma de decisiones del alumnado sobre sus trayectorias profesionales (Turkmen, 2008).

Resulta, por tanto, necesario conocer la imagen que el alumnado posee de las personas científicas y su trabajo, así como encontrar estrategias para aproximar dicha imagen a la realidad de la profesión científica. Este enfoque puede servir para fomentar el interés del alumnado por la ciencia y su naturaleza, presentando las carreras científicas como una opción viable (Farland-Smith, 2017; Turkmen, 2008; Vincent-Ruz y Schunn, 2018). Además, estas representaciones iniciales suelen ser persistentes, consolidándose y reforzándose a lo largo de la trayectoria académica (Christidou et al., 2016; Finson, 2002; Mason et al., 1991; Newton y Newton, 1998; Schibeci y Riley, 1986). Este estereotipo afecta con mayor intensidad a las mujeres, cuya escasa representación en las imágenes habituales incide negativamente en

su elección de estudios científico-tecnológicos y en la construcción de su autoestima (Álvarez-Lires, Arias-Correa, Serrallé-Marzoa y Varela-Losada, 2014; Finson, 2003; Rossi-Cordero y Barajas-Frutos, 2015). Sin embargo, investigaciones recientes apuntan a un cambio en este estereotipo, observándose un incremento en la representación de mujeres científicas (Miller, Nolla, Eagly y Uttal, 2018).

Uno de los primeros estudios que analizó la imagen del científico fue el realizado por Mead y Metraux (1957) con estudiantes estadounidenses de Secundaria. En él, el alumnado describió al científico como un hombre mayor o de mediana edad, con gafas, bata blanca, trabajando solo en un laboratorio entre tubos de ensayo y botellas, dedicado a realizar experimentos. Esta imagen presentaba una dualidad: una faceta positiva (persona inteligente, interesada y seria en su trabajo) y otra negativa (una mente aislada, encerrada en un laboratorio realizando tareas monótonas). Estudios posteriores confirmaron la prevalencia de este estereotipo (Fort y Varney, 1989; Krajcovich y Smith, 1982; Schibeci y Sorensen, 1983; Ward, 1977).

Dada la dificultad de los estudiantes más jóvenes para expresar sus ideas mediante textos escritos, una técnica útil para acceder a sus concepciones es el análisis de dibujos. Esta metodología se justifica por la inmersión del alumnado en entornos ricos en imágenes, que favorece el pensamiento visual (Chang et al., 2020). Los dibujos infantiles se consideran representaciones de su visión del mundo, conteniendo información que desean transmitir. El dibujo permite al estudiantado de corta edad expresar ideas con un vocabulario y tiempo limitados (Selwyn, Boraschi y Ozkula, 2009), conectando experiencias externas mediante representaciones simbólicas (Van Der Veen, 2012). Además, la verbalización que acompaña al dibujo proporciona información valiosa para la investigación (Farland-Smith et al., 2014).

Entre los instrumentos para evaluar la imagen del científico, el *Draw A Scientific Test* (DAST), propuesto por Chambers (1983) e inspirado en Mead y Metraux (1957), es uno de los más utilizados.

En esta prueba, el alumnado dibuja a un científico, permitiendo a los expertos inferir su representación mental a partir de indicadores como la bata de laboratorio, las gafas, el vello facial, símbolos de investigación, conocimiento, tecnología y leyendas (Chambers, 1983, p. 258). Su uso ha sido extenso en la investigación sobre las representaciones del científico (Christidou et al., 2016; Farland-Smith et al., 2014; Finson, 2002; Fung, 2002; Losh, Wilke y Pop, 2008; Maddomhnaigh y Hunt, 1988; Mason et al., 1991; Newton y Newton, 1992; She, 1998).

Posteriormente, Finson, Beaver y Cramond (1995) desarrollaron el DAST-C (*Draw A Scientific Test Checklist*), añadiendo ocho ítems a los siete originales para incluir estereotipos no considerados inicialmente, como el género, la etnia, indicaciones de peligro o secretismo (Finson et al., 1995, p. 199). Distintas modificaciones de este test, en particular el mDAST (modified DAST) de Farland-Smith (2012), se han empleado ampliamente en las últimas décadas (Chang et al., 2020; Ferguson y Lezotte, 2020). El mDAST emplea un prompt que orienta al alumnado hacia tres aspectos: apariencia, ubicación y actividad de la persona científica, obteniendo así una información más compleja que la instrucción simple de "dibuja un científico" (Farland-Smith et al., 2014). Para esta investigación se utilizó la rúbrica del mDAST (Farland-Smith, 2012), adaptando el prompt para evitar referencias a viajes -impropios del distanciamiento social- y para contextualizar la profesión científica dentro de un marco más cotidiano.

Cabe señalar que la consigna de la tarea puede afectar a los resultados, por lo que debe formularse para no inducir respuestas concretas (Viennot y Kaminski, 2006). Asimismo, el análisis riguroso no puede limitarse al dibujo, ya que es una representación estática. Es necesaria información complementaria a través de narrativas orales o escritas, obtenidas mediante entrevistas, para comprender la intencionalidad del alumnado (Losh et al., 2008; Reinisch, Krell, Hergert, Gogolin y Krüger, 2017; Samaras, Bonoti y Christidou, 2012).

## 2.2. Actitudes hacia la ciencia

El declive de las actitudes positivas hacia la ciencia ha impulsado el desarrollo de importantes esfuerzos educativos para revertir esta situación (Jiang y McComas, 2015; ver van den Hurk et al., 2019). A pesar de ello, no se han logrado mejoras significativas. El alumnado se está desvinculando cada vez más de la ciencia, y la investigación sugiere que, para el final de la escuela primaria, podría ser demasiado tarde para estimular sus vocaciones científicas (Maltese y Tai, 2011; Toma, 2024). Los estudios realizados muestran un desarrollo de actitudes cada vez más negativas a medida que aumenta el grado escolar (Ali et al., 2013; Denessen et al., 2015; DeWitt y Archer, 2015; Said et al., 2016).

Este escenario es alarmante en todo el mundo, especialmente al considerar la importancia de la alfabetización científica para tomar decisiones informadas, independientemente de que los estudiantes elijan o no una carrera relacionada con la ciencia. En otras palabras, también se requieren actitudes positivas hacia la ciencia para emitir juicios y decisiones fundamentados sobre problemas sociocientíficos contemporáneos (Roberts y Bybee, 2014). Como resultado, se reclama una mayor atención a los grados inferiores de primaria (Miller, 2021). Sin embargo, este esfuerzo se ha visto obstaculizado por la falta de instrumentos de medición apropiados y fáciles de usar para evaluar las actitudes hacia la ciencia en los primeros grados (Blalock et al., 2008; Toma, 2021a, 2021b). En consecuencia, el propósito de este estudio es abordar esta brecha en la literatura describiendo el diseño y la evaluación psicométrica de instrumentos breves, válidos y fiables que puedan usarse con confianza en los grados 1º y 2º de educación primaria.

Las actitudes hacia la ciencia es un constructo polisémico, a menudo confundido con el interés o la motivación. En la literatura, existe un acuerdo general en considerar las actitudes como “una tendencia psicológica que se expresa evaluando una entidad particular con cierto grado de favor o desfavor” (Eagly y

Mladinic, 1993, p. 1). Por lo tanto, las actitudes son un constructo multidimensional compuesto por componentes cognitivos (pensamientos y creencias), afectivos (sentimientos y emociones) y conductuales (actividades y experiencias pasadas y futuras) (Breckler, 1984; Potvin y Hasni, 2014; Toma y Lederman, 2022; Tytler, 2014).

En la investigación en educación científica, es necesario distinguir entre "actitudes científicas" y "actitudes hacia la ciencia". La primera se refiere a aquellas características comunes a los científicos y las actividades científicas, como la curiosidad, la objetividad o el pensamiento crítico (Gardner, 1975). La segunda se refiere a los juicios evaluativos de diferentes objetos actitudinales relacionados con la ciencia, como la ciencia como empresa, la investigación científica, los científicos o la ciencia escolar, entre muchos otros (Tytler, 2014; Tytler y Osborne, 2012). En este sentido, Koballa y Crawley (1985) definieron las actitudes hacia la ciencia como un sentimiento duradero positivo o negativo hacia la ciencia hace casi cuatro décadas. Sin embargo, hoy en día todavía hay mucha ambigüedad (Potvin y Hasni, 2014).

La incertidumbre aumenta cuando se revisan los instrumentos de actitudes hacia la ciencia. En este sentido, los investigadores han utilizado muchas dimensiones diferentes que se cree que miden las actitudes hacia la ciencia. Los ejemplos incluyen, entre otros, la ansiedad, el interés profesional, la normalidad de los científicos, las creencias de control o la satisfacción emocional (Bauer, 2008; Navarro et al., 2016; Summers y Abd-El-Khalick, 2018). Además, también existen preocupaciones sobre la calidad general de los instrumentos de medición existentes. Blalock et al. (2008) advirtieron que muchos instrumentos actitudinales carecían de la evidencia más básica de validez y fiabilidad para poder recomendar su uso. Años después, Toma y Lederman (2022) revisaron los instrumentos actitudinales desde 2008 hasta la actualidad, llegando a conclusiones muy similares. Así, la mayoría de los instrumentos habían sido sometidos a poco análisis psicométrico y, algunos de ellos ampliamente utilizados en varios estudios (por

ejemplo, ROSE), obtuvieron una dimensionalidad latente contradictoria (Toma, 2021a, 2021b).

Estos mismos estudios de revisión de literatura han identificado una brecha en instrumentos para los años iniciales de la escuela primaria. Exceptuando el cuestionario *Leisure Time in Science* (LeTiS) (Paños y Ruiz-Gallardo, 2021), que fue desarrollado para los primeros años de primaria, la mayoría de los instrumentos para esta etapa educativa se centran en alumnos de 4º a 6º grado (para revisiones, ver Blalock et al., 2008; Toma y Lederman, 2022). Como se mencionó, la excepción a este patrón son los instrumentos LeTiS publicados recientemente. Aunque es una medida conceptualmente sólida que produce puntuaciones con evidencia sustancial de validez y fiabilidad, su aplicación se limita a la ciencia durante el tiempo libre, por lo que no es útil para evaluar la efectividad de las intervenciones educativas realizadas durante las clases de ciencias en la escuela. En este sentido, muchas investigaciones revelan que mientras los estudiantes aprecian la ciencia como disciplina, rechazan la ciencia escolar (para revisiones, ver Osborne et al., 2003; Tytler, 2014). En otras palabras, existe la necesidad de un instrumento centrado en medir la actitud hacia el aprendizaje de la ciencia escolar, que es el objeto actitudinal de interés. Esta medida permitiría evaluar la efectividad de los cambios pedagógicos en la ciencia escolar y su posible impacto en la mejora de las actitudes de los alumnos de grados inferiores de primaria.



# Capítulo 3

## Metodología

El presente capítulo describe el diseño metodológico adoptado para abordar los objetivos específicos de esta investigación. Por motivos de claridad, este apartado se estructura y presenta de forma diferenciada para cada uno de ellos. En relación con el primer objetivo –analizar la imagen actual de los científicos entre estudiantes de primeros cursos de Educación Primaria–, se detalla la muestra, los instrumentos de recogida de datos y el procedimiento de análisis de los datos. En relación con el segundo objetivo –diseñar y validar un Cuestionario de Actitudes hacia la Ciencia Escolar para primeros cursos de Educación Primaria–, se describe la metodología secuencial y las cinco fases o sub-estudios desarrollados para su desarrollo y validación.

### 3.1. Imagen estereotipada

#### 3.1.1. *Participantes*

La muestra estuvo compuesta por 128 estudiantes (58 niñas y 70 niños) de 6 a 8 años, pertenecientes a un centro educativo de una localidad del norte de España. El nivel socioeconómico de las familias se situó en un rango medio. El alumnado cursaba primero,

segundo y tercero de Educación Primaria: Primer Grado (44 estudiantes: 20 niñas, 24 niños), Segundo Grado (45 estudiantes: 20 niñas, 25 niños) y Tercer Grado (39 estudiantes: 18 niñas, 21 niños). La selección del centro se basó en la accesibilidad, al impartir docencia en él una de las personas investigadoras. Participó la totalidad del alumnado de estos cursos, previa obtención del consentimiento informado de la dirección del centro y de las familias.

### 3.1.2. Instrumentos

Se utilizaron dos instrumentos para recopilar la información sobre la imagen estereotipada que poseen los estudiantes sobre las personas que se dedican a la ciencia. En primer lugar, un dibujo realizado por el alumnado sobre una persona dedicada a la ciencia, su lugar de trabajo y la actividad que desempeñan, siguiendo el protocolo DAST. Para el análisis de estos dibujos, se empleó la rúbrica de análisis *modified Draw a Scientific Test (mDAST)* de Farland-Smith (2012), que se presenta en la Tabla 1.

Tabla 1. Rúbrica *mDAST*

Apariencia
<b>0 - No se puede categorizar:</b> figura de palo, una figura histórica, no se ha dibujado un científico; dibujo de un profesor o un estudiante
<b>1 - Sensacionalizada:</b> contiene un hombre o una mujer que puede parecerse a un monstruo o que tiene una apariencia claramente extraña o de cómic.
<b>2 - Tradicional:</b> contiene un hombre blanco de apariencia ordinaria.
<b>3 - Más amplia que la tradicional:</b> los dibujos incluyen una mujer o un científico de una minoría.
Ubicación
<b>0 - No se puede categorizar:</b> puede ser difícil de determinar o la de un aula.
<b>1 - Sensacionalizada:</b> contiene una ubicación que se parece a un sótano, cueva o entorno de secreto, miedo u horror, o con equipos elaborados que no se encuentran normalmente en un laboratorio.
<b>2 - Tradicional:</b> un laboratorio tradicional con una mesa y equipos (y posiblemente un ordenador) en una habitación de apariencia normal.
<b>3 - Alternativa:</b> incluye una escena que no es un laboratorio de sótano y diferente de un entorno de laboratorio tradicional.

---

**Actividad**


---

**0 - No se puede categorizar:** no aparece información relevante.

**1 - Sensacionalizada:** puede incluir miedo u horror, a menudo con equipos elaborados que no se encuentran normalmente en un laboratorio típico; o incluir fuego, explosivos o trabajo peligroso.

**2 - Tradicional:** una actividad que el estudiante cree que puede suceder, pero en verdad, es muy poco probable que ocurra. Dibujos donde el estudiante escribe, "Este científico está estudiando ... o intentando ..." pero no muestra cómo se está haciendo esto.

**3 - Alternativa:** actividades realistas que reflejan el trabajo que un científico podría hacer realmente con las herramientas adecuadas necesarias para realizar estas actividades. Un estudiante puede escribir, "Este científico está estudiando ... o intentando ..." y muestra cómo se está haciendo esto.

---

En segundo lugar, se ha desarrollado una entrevista individual con cada alumnado para obtener información explicativa sobre el dibujo realizado. Las preguntas tenían por objetivo obtener información sobre aquellos aspectos que no podían identificarse en los dibujos. Si no se percibía la edad o el sexo de las personas, la persona docente intentaba hacer preguntas en este sentido, pero sin guiar las respuestas. Por ejemplo: *¿Quién es ...? ¿Cómo es? ¿Qué está haciendo? ¿Qué es esto que has dibujado aquí?*

### 3.1.3. Procedimiento y análisis de los datos

Se pidió al alumnado que realizara un dibujo basándose en la siguiente consigna: *“Conocéis a personas que se dedican a diferentes profesiones, cómo es el lugar donde trabajan y qué hacen (ej., frutero/a, policía, profesor/a...). En esta hoja vais a dibujar, como queráis, a una persona que se dedica a la ciencia, cuyo trabajo es la ciencia. También debéis dibujar qué está haciendo y cómo es su lugar de trabajo”*. Posteriormente, se llevaron a cabo las entrevistas individuales para evitar el efecto de dependencia de la pregunta (Viennot y Kaminski, 2006). Finalmente, los datos fueron analizados empleando la rúbrica *mDast*, como se indicó con anterioridad. Los datos en bruto fueron volcados al programa SPSS para su posterior tratamiento estadístico.

## 3.2. Actitud hacia la ciencia

Para el abordaje del segundo objetivo de investigación, se adoptó un diseño de tipo instrumental, que son aquellos en los que se analizan las propiedades psicométricas de los instrumentos (Ato et al., 2013). Para ello, se siguió el procedimiento de cuatro pasos propuesto por Netemeyer et al. (2003). Durante el primer paso (definición del constructo), dos autores de este estudio, con amplia experiencia en investigación actitudinal y psicométrica, revisaron la literatura establecida sobre actitudes y definieron el constructo en estudio. Se eligieron dos constructos generales (es decir, disfrute y autoeficacia) ya que estas son algunas de las dimensiones actitudinales más investigadas (Kennedy et al., 2016; Toma y Lederman, 2022).

En el segundo paso (generación de ítems de medición), los autores desarrollaron un banco inicial de 20 ítems que fueron examinados en cuanto a claridad por un panel de 27 maestros de primaria. Las sugerencias incluyeron adaptar el lenguaje para mejorar la comprensión y eliminar ítems largos y difíciles, como “Las clases de ciencias son más fáciles para mí que para mis compañeros” o “Mi maestro/a considera que me va bien en ciencias”. Este procedimiento condujo al banco final de 13 ítems que se administraron a una muestra a gran escala para el análisis psicométrico. El panel también recomendó usar un formato de respuesta escrito, con tres opciones de respuesta –sí, más o menos, no– en lugar de una escala de respuesta con emoticonos en gris; una escala de respuesta con emoticonos en colores rojo, amarillo y verde; o un formato de respuesta oral con pulgares arriba/abajo.

Siguiendo los *Standards for educational and psychological testing* (AERA et al., 2014), y la taxonomía internacional COSMIN (Mokkink et al., 2010), el tercer paso –diseñar y realizar estudios para refinar la escala– y el cuarto paso –finalizar la escala– evaluaron el instrumento en términos de validez estructural, de contrastación de hipótesis, de fiabilidad, de estabilidad temporal, y de capacidad de respuesta (*responsiveness*) a una intervención.

### 3.2.1. Fase 1 – Validez estructural

El propósito de la primera fase fue examinar la estructura latente del instrumento utilizando un análisis factorial exploratorio, que proporciona evidencia de validez estructural, es decir, el grado en que las puntuaciones son un reflejo adecuado de la dimensionalidad del constructo actitud (Mokkink et al., 2010, p. 743). Asimismo, se recopiló evidencia de la fiabilidad de consistencia interna, es decir, el grado de interrelación entre los ítems de un constructo (Mokkink et al., 2010, p. 743).

De acuerdo con las recomendaciones de tamaño muestral para el análisis factorial exploratorio, un instrumento con al menos 6 variables por factor y comunalidades amplias (0.20 a 0.80), un tamaño de muestra de 200 participantes daría lugar a soluciones robustas (Gaskin y Happell, 2014). Por lo tanto, se encuestó a un total de 300 estudiantes de escuelas públicas (63,3%) y concertadas (36,7%). La muestra se obtuvo mediante técnicas de muestreo por conveniencia del área urbana de Burgos (Cohen et al., 2018). Casi la mitad de la muestra eran niñas (46%), y el alumnado tuvo una edad entre 6 y 8 años ( $M = 6.94$ ,  $SD = 0.68$ ).

El cuestionario inicial constaba de 13 ítems (Tabla 2). Siete ítems estaban enfocados a medir el *disfrute de la ciencia escolar*, y los seis ítems restantes pretendían medir la *autoeficacia*. Las respuestas fueron sometidas a un análisis factorial exploratorio (AFE) utilizando el procedimiento de extracción de máxima verosimilitud con rotación oblicua Promax, ya que este procedimiento proporciona resultados más precisos cuando los constructos están conceptualmente relacionados (Gaskin y Happell, 2014; Roberson et al., 2014). Se utilizaron hasta tres criterios diferentes de retención de factores: la prueba de Cattell (1966), el análisis paralelo y la prueba MAP (O'Connor, 2000). Los ítems con cargas inferiores a 0.32 o con cargas cruzadas fueron eliminados (Tabachnick y Fidell, 2007). En cuanto a la evidencia de fiabilidad, se utilizaron el alfa de Cronbach ( $\alpha$ ) y el omega de McDonald ( $\omega$ ) como medidas de fiabilidad de consistencia

interna, siendo este último más adecuado para ítems tipo Likert (Hayes y Coutts, 2020; Peters, 2014). Todos los análisis se realizaron utilizando SPSS v.25 (IBM, 2017), con la macro OMEGA para calcular el  $\omega$  de McDonald (Hayes y Coutts, 2020).

Tabla 2. Ítems iniciales

Constructo	Ítems
Disfrute	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Las clases de ciencias son divertidas</li><li>2. Las clases de ciencias me interesan</li><li>3. Las clases de ciencias son mis favoritas</li><li>4. Me gustan las clases de ciencias</li><li>5. Estoy muy atento en las clases de ciencias</li><li>6. Aprendo cosas interesantes en las clases de ciencias</li><li>7. Me lo paso bien en las clases de ciencias</li></ol>
Autoeficacia	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Las clases de ciencias son difíciles</li><li>2. Las clases de ciencias son complicadas</li><li>3. Cometo muchos errores en las clases de ciencias</li><li>4. Aprendo rápido en las clases de ciencias</li><li>5. Sé cómo hacer las tareas de las clases de ciencias</li><li>6. Necesito mucha ayuda en las clases de ciencias</li></ol>

### 3.2.2. Fase 2 – Ajuste del modelo

El propósito de la segunda fase fue evaluar el ajuste del modelo de la estructura de dos factores resultante de la Fase 1, proporcionando así más evidencia de validez estructural en una nueva muestra de estudiantes. Asimismo, se calculó la fiabilidad de consistencia interna.

Las recomendaciones de tamaño muestral para el análisis factorial confirmatorio incluyen al menos 200 respuestas y una proporción participante-ítem de 7 a 1 (Kline, 2005; Mundform et al., 2005). Por lo tanto, la muestra para este estudio comprendió 282 estudiantes del área urbana de Burgos. De ellos, 163 y 119 fueron reclutados de escuelas públicas y concertadas, respectivamente, utilizando técnicas de muestreo por conveniencia. Los estudiantes (47,2% niñas) tenían entre 6 y 9 años, con una edad media de 6,88 (SD = 0,70).

Se utilizó el instrumento actitudinal resultando de la Fase 1. Las respuestas fueron sometidas a un análisis factorial confirmatorio (AFC) con el método de estimación de máxima verosimilitud para examinar el ajuste del modelo de dos modelos teóricos. El primer modelo estaba compuesto por un factor unidimensional que medía la actitud general hacia la ciencia escolar. El segundo modelo se basó en los resultados del AFE de la Fase 1 y consistía en dos factores de primer orden que medían el disfrute y la autoeficacia en la escuela. Cada modelo se evaluó con tres índices de bondad de ajuste (Kline, 2005): (i) índice de ajuste comparativo (CFI)  $\geq 0.90$ ; (ii) índice de Tucker-Lewis (TLI)  $\geq 0.90$ ; y (iii) raíz del error cuadrático medio de aproximación (RMSEA)  $\leq 0.08$ . Todos los análisis se realizaron utilizando el software SPSS v.25 y AMOS v.23 (Arbuckle, 2014; IBM, 2017), con la macro OMEGA para calcular el omega de McDonald (Hayes y Coutts, 2020).

### 3.2.3. Fase 3 – Estabilidad temporal

La Fase 3 tuvo como objetivo recopilar evidencia de la fiabilidad de la estabilidad temporal (*test-retest*) del instrumento propuesto, es decir, el grado en que las puntuaciones para estudiantes que no han cambiado son las mismas para mediciones repetidas a lo largo del tiempo (Mokkink et al., 2010, p. 743). Dicha evidencia psicométrica sería útil al usar el instrumento en estudios con diseños de series temporales y varias fases de recolección de datos (Toma y Lederman, 2022).

Se tomó una muestra por conveniencia de escuelas públicas. Un total de 107 estudiantes (45,8% niñas), de 6 a 8 años ( $M = 6,78$ ;  $SD = 0,69$ ), fueron encuestados en dos ocasiones.

Se utilizó el instrumento resultante de la Fase 1 y Fase 2. Se empleó un intervalo de diez días entre la primera y la segunda administración de la escala, ya que se considera adecuado para calcular la fiabilidad *test-retest* (Keszei et al., 2010). Las actitudes hacia la ciencia escolar pueden cambiar significativamente con el tiempo debido a varios factores. Un intervalo más corto entre

pruebas, suficiente para minimizar los efectos de recuerdo, mitiga la influencia de estos factores externos.

Se calcularon las estimaciones del ICC y sus intervalos de confianza del 95% basados en un modelo de efectos mixtos de dos vías, de acuerdo absoluto y valoración media (Koo y Li, 2016). Todos los análisis se realizaron utilizando SPSS v.25 (IBM, 2017).

#### 3.2.4. Fase 4 – Validez de constructo

El objetivo de la Fase 4 fue evaluar la validez de constructo del instrumento, es decir, el grado en que sus puntuaciones están relacionadas con puntuaciones de otros instrumentos de convergencia conceptual (Mokkink et al., 2010). Así, se examinó la relación entre las escalas de disfrute y autoeficacia y un cuestionario establecido que miden el interés/actitud hacia actividades de ciencias en entornos informales. Este constructo se utilizó como punto de referencia para evaluar la validez concurrente del instrumento CASS por dos razones principales. Primero, los estudiantes que disfrutan de la ciencia y la encuentran menos difícil tienen más probabilidades de involucrarse con ella voluntariamente durante su tiempo libre, lo que indica que las actitudes positivas hacia la ciencia escolar podrían extenderse más allá del aula. Segundo, los instrumentos actitudinales válidos y fiables para estudiantes hispanohablantes de estas edades son limitados, no existiendo otras opciones. El instrumento *LeTiS* (Paños y Ruiz-Gallardo, 2021), con una fuerte evidencia de validez y fiabilidad, proporciona un estándar ideal para la comparación.

El tamaño muestral requerido se determinó para un coeficiente de correlación de Pearson de dos colas usando *G\*Power 3* (Faul et al., 2007). Para  $\alpha = 0,05$  y potencia = 80%, un efecto grande ( $r = 0,50$ ) y pequeño ( $r < 0,30$ ) requeriría entre 29 y 91 participantes. Por lo tanto, un total de 93 estudiantes (46,2% niñas) reclutados mediante muestreo por conveniencia de escuelas públicas de Burgos constituyeron la muestra. Las edades de los participantes oscilaron entre 6 y 8 años ( $M=6,81$ ,  $SD = 0,71$ ).

Los instrumentos de esta fase fueron dos. Por un lado, el CASS resultante de las Fases 1, 2 y 3, y por otro lado, el instrumento LeTiS (Paños y Ruiz-Gallardo, 2021). Se utilizó esta escala pictográfica para medir el interés de los estudiantes hacia las actividades relacionadas con la ciencia en entornos informales (Paños y Ruiz-Gallardo, 2021). Este cuestionario consta de ocho imágenes que representan actividades relacionadas con la ciencia (por ejemplo, observar insectos; leer libros sobre animales y plantas; y un viaje al zoológico y al museo de ciencias). La escala fue diseñada para estudiantes españoles de 5 a 8 años. Se administró utilizando tres opciones de respuesta: pulgar arriba = 3 puntos; pulgar a un lado = 2 puntos; pulgar abajo = 1.

Para el análisis de los datos, se evaluó la correlación entre las puntuaciones del CASS y el LeTiS empleando el coeficiente de correlación de Pearson, ya que los datos cumplieron con los criterios estadísticos necesarios para pruebas paramétricas (Knapp, 2018).

### 3.2.5. Fase 5 – Sensibilidad al cambio

La última Fase, tuvo como objetivo evaluar la capacidad de respuesta, o dicho de otro modo, la sensibilidad al cambio, del instrumento CASS (Mokkink et al., 2010, p. 743). Específicamente, los participantes de la Fase 4 participaron en una intervención educativa basada en la indagación. Por lo tanto, este estudio utilizó un diseño cuasiexperimental de un grupo, pretest-postest (Shadish et al., 2002).

Las metodologías de enseñanza por indagación son conocidas por mejorar las actitudes de los estudiantes hacia la ciencia (Aguilera y Perales-Palacios, 2020; Demirel y Dağyar, 2016). De hecho, un metaanálisis reciente encontró un tamaño del efecto medio para las estrategias de enseñanza basadas en la indagación (Aguilera y Perales-Palacios, 2020). Por lo tanto, se planteó la hipótesis de que la intervención mejoraría *el disfrute* de la ciencia escolar por parte de los estudiantes y sus creencias de *autoeficacia*;

si el instrumento CASS es capaz de identificar mejoras en el disfrute y la autoeficacia, entonces se concluye que se trata de un instrumento sensible al cambio, pudiendo ser empleado para evaluar el efecto de las intervenciones educativas en las actitudes hacia la ciencia.

La muestra consistió en los mismos participantes del Estudio 5. Sin embargo, solo se recogieron 91 cuestionarios completos (2 estudiantes no proporcionaron datos del postest). El tamaño muestral requerido se determinó para la prueba t de muestras relacionadas utilizando G\*Power 3 (Faul et al., 2007). Para alfa = 0,05 y potencia = 80%, un tamaño del efecto medio ( $d = 0,5$ ), como se informa en metaanálisis previos de la literatura (Aguilera y Perales-Palacios, 2020), requeriría al menos 35 estudiantes. Por lo tanto, el Estudio 5 tiene una potencia adecuada.

Se diseñó una intervención a corto plazo acorde con los currículos españoles y el entorno educativo. Una unidad de 8 horas abordó el contenido curricular de minerales y rocas mediante la implementación de una estrategia de indagación estructurada en la que los estudiantes investigaron preguntas de investigación proporcionadas por el maestro siguiendo un procedimiento prescrito, pero sin conocer los resultados de antemano (Banchi y Bell, 2008; Yáñez-Pérez et al., 2024). Así, los estudiantes participaron en diferentes actividades como observación, identificación, descripción y clasificación de materiales basándose en sus propiedades elementales. Al hacerlo, la unidad abordó el estándar de los currículos españoles denominado "iniciación a la actividad científica", que exige el uso de la indagación en todos los cursos de la etapa primaria (LOMCE, 2013). Los minerales y las rocas también se destacaron por su aplicación y utilidad en la vida cotidiana. La unidad didáctica concluyó con una actividad de aplicación que incluía una excursión para identificar minerales y rocas en relación con el patrimonio cultural de la ciudad de Burgos (por ejemplo, iglesias, catedrales, edificios históricos).

Se utilizó la escala propuesta de seis ítems, que mide disfrute y autoeficacia, como se describe en las Fases 1-4. Las respuestas de los estudiantes se analizaron utilizando una prueba t de muestras pareadas después de confirmar que los datos cumplían los criterios de suposición (Knapp, 2018). Esta prueba se centra en las diferencias entre observaciones pareadas, como las puntuaciones posttest menos las del pretest. Un supuesto crítico de la prueba t es que estas diferencias se distribuyen normalmente. En este estudio, este supuesto se cumplió, ya que los valores de asimetría y curtosis cayeron dentro del rango de corte de  $\pm 3$ . Una prueba de homogeneidad de varianzas fue innecesaria porque el análisis involucró al mismo grupo.



# Capítulo 4

## Resultados

Este capítulo expone los resultados de la Tesis Doctoral, presentándose de forma diferenciada en correspondencia con los dos objetivos específicos formulados. En primer lugar, se despliegan los resultados relativos al análisis de la imagen y los estereotipos sobre la persona científica, desglosando la influencia de las variables género, curso académico y el impacto percibido del contexto COVID-19. En segundo lugar, se presentan los resultados del proceso de diseño y validación del Cuestionario CASS.

### 4.1. Imagen estereotipada y variables influyentes

El siguiente apartado se divide en dos secciones. En primer lugar, se presenta el análisis de los dibujos realizados desglosándolos por cada uno de los grados y atendiendo al género del alumnado. Posteriormente, se realiza una comparación entre cursos académico según la categoría a la que ha sido evaluado y asignado cada uno de los dibujos realizados. Se atiende a los distintos aspectos evaluados por el *mDAST*, a saber, la apariencia de las personas que se dedican a la ciencia, la actividad que desempeñan, y su lugar de trabajo.

#### 4.1.1. Resultados según variable género y curso escolar

A continuación, se presentan los resultados obtenidos analizando cada Grado por separado. En cuanto al alumnado de Primer Grado, los resultados se muestran en la Tabla 3.

Tabla 3. Resultados según el Primer grado

Categoría	Valoración	Total	Niñas	Niños
<b>Apariencia</b>	No se puede categorizar	22.7%	25%	20.83%
	Sensacionalizada	20.5%	15%	24.98%
	Tradicional	9.1%	0%	16.68%
	Alternativa	47.7%	60%	37.51%
<b>Ubicación</b>	No se puede categorizar	15.9%	20%	12.5%
	Sensacionalizada	20.5%	15%	25%
	Tradicional	52.3%	45%	58.33%
	Alternativa	11.3%	20%	4.17%
<b>Actividad</b>	No se puede categorizar	13.6%	20%	8.33%
	Sensacionalizada	20.5%	15%	25%
	Tradicional	45.5%	30%	58.33%
	Alternativa	20.5%	35%	8.33%

Como se puede apreciar, con respecto a la categoría de apariencia, el mayor porcentaje de estudiantes representa aspectos

que reflejan una visión alternativa; en particular, este porcentaje es mayor en las niñas (60%) que en los niños (37.51%), pero las diferencias no son significativas ( $p > 0.05$ ). Destaca la apariencia tradicional, representando el 16.68% de las ilustraciones en los niños, mientras que el 0% en las niñas, con una diferencia significativa ( $p < 0.01$ ), y la apariencia sensacionalista, que en los niños presenta un alto porcentaje (24.98%) en comparación con las niñas (15%), aunque la diferencia no es significativa ( $p > 0.05$ ).

En cuanto a la ubicación, la mayoría de las ilustraciones se han clasificado en la categoría tradicional (52.3%) y, aunque el porcentaje de niños que representan una ubicación tradicional también es mayor en este caso, la diferencia no es significativa (62.203%). Sin embargo, en esta categoría, hay un alto número de niñas que representan un escenario alternativo (20% vs. 4.17%), aunque la diferencia no es significativa ( $p > 0.05$ ).

Con respecto a la actividad realizada por las personas científicas en las ilustraciones, a nivel global, la mayoría se clasificaría como tradicional (45.5%). Sin embargo, los porcentajes de las ilustraciones de las niñas están más distribuidos, con un máximo en visiones alternativas (35% en comparación con el 8.33% en los niños), encontrando una diferencia significativa ( $p < 0.05$ ). En esta categoría, la puntuación máxima para los niños está en visiones o imágenes tradicionales (58.33% vs. 30%), pero la diferencia no es estadísticamente significativa ( $p < 0.05$ ).

En cuanto al análisis del género representado en las ilustraciones, la edad de las personas científicas representadas, y tratando de averiguar si se representa a un profesional de la investigación clínica o farmacéutica, o si se hace una alusión explícita a la COVID-19, la Tabla 4 muestra los resultados, para todo el alumnado y por género.

Imagen estereotipada y actitud hacia la ciencia en Educación Primaria temprana

Tabla 4. Otras características de los dibujos del alumnado de 1er Grado

Variable	Valor	Total	Niñas	Niños
<b>Género representado</b>	Femenino	22.7%	25%	20.83%
	Masculino	40.9%	35%	45.83%
	Ambos	13.6%	20%	8.33%
	No se puede categorizar	22.7%	20%	25%
<b>Edad</b>	Joven	75%	90%	62.5%
	Mayor	6.8%	0%	100%
	No se puede categorizar	18.18%	10%	25%
<b>Investigando COVID</b>		15.9%	25%	8.33%
<b>Alusión a la COVID</b>		29.5%	40%	20.83%

Como se muestra en los resultados, el alumnado representa una mayor proporción de científicos masculinos (40.9%) que de científicas femeninas (22.7%), aunque la diferencia no es significativa ( $p > 0.05$ ). Un mayor porcentaje de niñas representan personas científicas de ambos sexos (20% vs. 8.33% de niños), aunque la diferencia no es significativa ( $p > 0.05$ ). Por otro lado, un gran porcentaje de estudiantes representan personas científicas jóvenes (75%), siendo este porcentaje mayor en las niñas (90%) que en los niños (62.5%), obteniendo una diferencia significativa en los resultados ( $p < 0.05$ ).

En el 29.5% de las ilustraciones hay una alusión a la COVID-19, siendo el 40% de las niñas y el 20.83% de los niños quienes hacen una alusión, sin diferencia significativa ( $p > 0.05$ ). La Figura 1 muestra dos ilustraciones realizadas por el alumnado.

Figura 1. Ilustraciones realizadas por alumnado del 1er Grado

(a) Personas científicas haciendo ensayos clínicos para encontrar una vacuna



(b) Referencias a la COVID-19



Imagen estereotipada y actitud hacia la ciencia en Educación Primaria temprana

Los resultados del análisis de las ilustraciones del alumnado de 2º Grado se muestran en la Tabla 5.

Tabla 5. Resultados según el 2º grado

Categoría	Valoración	Total	Niñas	Niños
<b>Apariencia</b>	No se puede categorizar	2.22%	0%	4%
	Sensacionalizada	22.22%	15%	28%
	Tradicional	42.23%	20%	60%
	Alternativa	33.33%	65%	8%
<b>Ubicación</b>	No se puede categorizar	4.44%	5%	4%
	Sensacionalizada	6.66%	5%	8%
	Tradicional	68.88%	50%	84%
	Alternativa	20%	40%	4%
<b>Actividad</b>	No se puede categorizar	2.22%	5%	0%
	Sensacionalizada	6.66%	5%	8%
	Tradicional	71.11%	70%	72%
	Alternativa	20%	20%	20%

Como se puede ver, con respecto a la categoría de apariencia, el mayor porcentaje de estudiantes representa aspectos tradicionales; en particular, este porcentaje es mayor en los niños (60%) que en las niñas (20%), con una diferencia significativa ( $p < 0.05$ ). Por otro lado, la apariencia representada por las niñas revela una

concepción alternativa en el 65% de las ilustraciones, en comparación con el 8% en las de los niños, lo que representa una diferencia significativa ( $p < 0.01$ ).

En cuanto a la ubicación, la mayoría de las ilustraciones se han clasificado en la categoría tradicional, que aparece más reflejada en la de los niños (84%) en comparación con las niñas (50%), siendo esta diferencia significativa ( $p < 0.05$ ). Sin embargo, el 40% de las niñas ubican a las personas científicas en una ubicación alternativa, en comparación con el 4% de los niños, con una diferencia significativa ( $p < 0.05$ ).

Considerando la actividad, los resultados son muy similares para niñas y niños, de modo que la mayoría del alumnado las sitúa en una actividad tradicional. Con respecto a las otras categorías analizadas, los resultados se muestran en la Tabla 6.

Tabla 6. Otras características de los dibujos del alumnado de 2º Grado

Variable	Valor	Total	Niñas	Niños
<b>Género representado</b>	Femenino	22.22%	40%	8%
	Masculino	62.22%	35%	84%
	Ambos	11.11%	25%	0%
	No se puede categorizar	4.44%	0%	8%
<b>Edad</b>	Joven	86.66%	90%	84%
	Mayor	4.44%	5%	4%
	Ambos	2.22%	5%	0%
	No se puede categorizar	6.66%	0%	12%

Imagen estereotipada y actitud hacia la ciencia en Educación Primaria temprana

Variable	Valor	Total	Niñas	Niños
Investigando COVID		28%	35%	24%
Alusión a la COVID		35.55%	30%	40%

En este caso, el alumnado representa una mayor proporción de científicos masculinos (62.22%) que de científicas femeninas (22.22%), siendo la diferencia significativa ( $p < 0.05$ ). Un mayor porcentaje de niñas representan personas científicas de ambos sexos (25% vs. 0% de niños), siendo la diferencia significativa ( $p < 0.05$ ). Por otro lado, un gran porcentaje de estudiantes representan personas científicas jóvenes (86.66%), siendo este porcentaje mayor en las niñas (90%) que en los niños (84%), aunque la diferencia no es significativa ( $p > 0.05$ ).

De las ilustraciones, el 28% representan personas científicas relacionadas con la investigación médica o realizando ensayos clínicos, y el 35.55% contienen una alusión a la COVID-19 (40% de niños y 30% de niñas), sin diferencia significativa ( $p > 0.05$ ).

Los resultados del análisis de las ilustraciones del alumnado de 3er Grado se muestran en la Tabla 7.

Tabla 7. Resultados según el 3er grado

Categoría	Valoración	Total	Niñas	Niños
Apariencia	No se puede categorizar	2.56%	0%	4.76%
	Sensacionalizada	17.95%	11.11%	23.81%
	Tradicional	30.77%	5.55%	52.38%
	Alternativa	48.72%	83.33%	19.05%

Categoría	Valoración	Total	Niñas	Niños
Ubicación	No se puede categorizar	12.82%	11.11%	14.28%
	Sensacionalizada	12.82%	0%	23.81%
	Tradicional	61.54%	72.22%	52.38%
	Alternativa	12.82%	16.66%	9.52%
Actividad	No se puede categorizar	5.13%	0%	9.52%
	Sensacionalizada	10.26%	0%	19.05%
	Tradicional	76.92%	88.88%	66.66%
	Alternativa	7.69%	11.11%	4.76%

En el caso del alumnado de Tercer Grado, con respecto a la categoría de apariencia, el mayor porcentaje representa aspectos alternativos (48.72%), debido al gran porcentaje de niñas que en sus ilustraciones manifiestan esto (83.33% en comparación con el 19.05% de los niños), con una diferencia significativa ( $p < 0.01$ ). Mientras tanto, la mayoría de los niños representan una apariencia tradicional de la persona científica (52.38% en comparación con el 5.55% de las niñas), encontrando una diferencia significativa ( $p < 0.01$ ).

Con respecto a la ubicación, la mayoría de las representaciones (61.54%) sugieren un contexto tradicional en el que se encuentra la persona que hace ciencia, con diferentes porcentajes para niños y niñas, pero sin diferencias significativas ( $p > 0.05$ ). Sin embargo, el 23.81% de los niños representan a la persona científica en una ubicación que revela una concepción o visión sensacionalista del

lugar de trabajo (en comparación con el 0% de las niñas), con una diferencia significativa ( $p < 0.05$ ).

En cuanto a la actividad realizada por la persona científica, la mayoría de las ilustraciones se categorizarían como actividades tradicionales, tanto para niños como para niñas, sin diferencias significativas. Sin embargo, hay una diferencia significativa entre el porcentaje de niños (19.05%) frente al de niñas (0%) que dibujaron a un científico realizando una actividad sensacionalista ( $p < 0.05$ ). Los resultados correspondientes a las otras categorías analizadas se muestran en la Tabla 8.

Tabla 8. Otras características de los dibujos del alumnado de 3er Grado

Variable	Valor	Total	Niñas	Niños
<b>Género representado</b>	Femenino	33.33%	66.66%	4.76%
	Masculino	48.72%	11.11%	80.95%
	Ambos	12.82%	22.22%	4.76%
	No se puede categorizar	5.13%	0%	9.52%
<b>Edad</b>	Joven	89.74%	100%	80.95%
	Mayor	5.13%	0%	9.52%
	No se puede categorizar	5.13%	0%	9.52%
<b>Investigando COVID</b>		28.2%	33.33%	23.8%
<b>Alusión a la COVID</b>		41.03%	38.88%	33.33%

Como se puede ver, el alumnado representa una mayor proporción de científicos masculinos (48.72%) que de científicas femeninas (33.33%), no siendo la diferencia significativa ( $p > 0.05$ ). Un mayor porcentaje de niñas representan personas científicas de ambos sexos (22.22% vs. 4.76% de niños), no siendo la diferencia significativa ( $p > 0.05$ ). Además, un gran porcentaje de estudiantes representan personas científicas jóvenes (89.74%), siendo este porcentaje mayor en las niñas (100%) que en los niños (80.95%), siendo la diferencia significativa ( $p < 0.05$ ). De las ilustraciones, el 28.2% representan personas científicas relacionadas con la investigación médica o realizando ensayos clínicos; y en el 41.03% aparece una alusión a la COVID-19 (38.88% de las niñas y 33.33% de los niños), sin diferencia estadísticamente significativa entre géneros ( $p > 0.05$ ).

#### 4.1.2. Comparación entre cursos escolares

La Tabla 9 muestra la puntuación obtenida para la categoría apariencia, atendiendo a la rúbrica de Farland-Smith (2012).

Tabla 9. Puntuaciones para la categoría apariencia

	Total		Niñas		Niños	
	Media	DE	Media	DE	Media	DE
1er Grado	1.82	1.26	1.95	1.36	1.71	1.20
2do Grado	2.07	0.81	2.5	0.76	1.72	0.68
3er Grado	2.26	0.85	2.72	0.67	1.86	0.79

Se puede ver que el valor promedio de la puntuación para la categoría de apariencia aumenta a medida que aumenta el grado, tanto para niñas como para niños. Sin embargo, la estadística de Kruskal-Wallis indica que no hay diferencias significativas entre cursos ni en las niñas ( $\chi^2 = 3.812$ ;  $p = 0.1487$ ) ni en los niños ( $\chi^2 = 0.3211$ ;  $p = 0.8517$ ). No obstante, la estadística U de Mann-Whitney reveló que hay diferencias entre la puntuación de apariencia en las ilustraciones de niños y niñas, no significativas en 1er Grado (U = 209.5,  $z = -0.70711$ ,  $p = 0.4777$ ); significativas en 2do Grado (U = 112.5,  $z = -3.1293$ ,  $p = 0.00174$ ); y significativas en 3er Grado (U = 74.5;  $z = -3.21159$ ;  $p = 0.0013$ ).

La Tabla 10 muestra la puntuación obtenida para la categoría ubicación. Se puede ver que las puntuaciones de niñas y niños en 2do Grado son más altas que las de sus homólogos en otros grados. Las diferencias entre cursos no son ni significativas para las niñas ( $\chi^2 = 4.390$ ,  $p = 0.1114$ ) ni para los niños ( $\chi^2 = 3.429$ ,  $p = 0.1801$ ). Tampoco hay diferencia significativa entre la puntuación de apariencia en las ilustraciones de los niños en cada curso (1er Grado: U = 218,  $z = -0.50676$ ,  $p = 0.61006$ ; 2do Grado: U = 166.5,  $z = -1.89585$ ,  $p = 0.05744$ ; y 3er Grado: U = 139.5,  $z = -1.38042$ ,  $p = 0.16758$ ).

Tabla 10. Puntuaciones para la categoría ubicación

	Total		Niñas		Niños	
	Media	DE	Media	DE	Media	DE
<b>1er Grado</b>	1.58	0.91	1.65	1.04	1.54	0.78
<b>2do Grado</b>	2.04	0.67	2.25	0.79	1.88	0.53
<b>3er Grado</b>	1.74	0.85	1.94	0.80	1.57	0.87

Finalmente, con respecto a la categoría actividad, la Tabla 11 muestra las puntuaciones obtenidas.

Tabla 11. Puntuaciones para la categoría actividad

	Total		Niñas		Niños	
	Media	DE	Media	DE	Media	DE
<b>1er Grado</b>	1.71	0.97	1.8	1.15	1.67	0.76
<b>2do Grado</b>	2.07	0.60	2.05	0.69	2.12	0.53
<b>3er Grado</b>	1.87	0.62	2.11	0.32	1.67	0.73

Se puede ver que la puntuación en la categoría de actividad, para las niñas, aumenta de 1er a 3er Grado, sin diferencias significativas ( $\chi^2 = 0.2511$ ,  $p = 0.8820$ ); y en los niños presenta una puntuación máxima en el 2do Grado, con diferencias significativas entre cursos ( $\chi^2 = 6.636$ ,  $p = 0.0362$ ). Entre 1er y 2do Grado la diferencia no es significativa ( $U = 205$ ,  $z = 1.89$ ,  $p = 0.05876$ ); sin embargo, entre 2do y 3er Grado la diferencia es significativa ( $U = 180.5$ ,  $z = 1.7973$ ,  $p = 0.03593$ ).

Analizando las diferencias entre niñas y niños en cada grado, se puede ver que no hay diferencias significativas ni en 1er Grado ( $U = 210$ ,  $z = -0.69532$ ,  $p = 0.24196$ ) ni en 2do Grado ( $U = 245$ ,  $z = 0.10279$ ,  $p = 0.46017$ ); pero sí las hay en 3er Grado ( $U = 129$ ,  $z = -1.67622$ ,  $p = 0.04648$ ).

## 4.2. Desarrollo del instrumento CASS

Por motivos de claridad, se presentan los resultados atendiendo a cada una de las cinco fases seguidas para el diseño y desarrollo del instrumento.

### 4.2.1. Fase 1 – Validez estructural

La medida de adecuación muestral de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) fue 0.78 y superó la prueba de esfericidad de Bartlett ( $\chi^2(78) = 1152.80$ ;  $p < 0.01$ ), lo que confirma la idoneidad del conjunto de datos para el análisis factorial exploratorio (Tabachnick y Fidell, 2007). La prueba de Cattell indicó que una estructura de dos factores se adapta mejor a los datos. La decisión de extraer dos factores fue respaldada además por los resultados del análisis paralelo y MAP (O'Connor, 2000), sugiriendo una estructura latente de dos factores. Por lo tanto, la decisión de extraer dos factores coincide con la estructura conceptual propuesta para el instrumento.

En concreto, el análisis factorial con el método de extracción de máxima verosimilitud y rotación oblicua Promax reveló que dos ítems de disfrute (*Estoy muy atento en las clases de ciencias*; *Aprendo cosas interesantes en las clases de ciencias*) tenían cargas factoriales bajas ( $< 0.32$ ). Después de la eliminación de estos ítems, se logró una estructura adecuada, que constaba de dos constructos que explicaban un total del 50,80% de la varianza de los ítems. El primer factor tiene un valor propio de 3,63 y está compuesto por 5 ítems que miden el *disfrute de la ciencia escolar*. El segundo factor tiene un valor propio de 1,96 y consta de 6 ítems que miden la *autoeficacia en la ciencia escolar*. Estos hallazgos proporcionan evidencia inicial de validez estructural. Estos resultados se muestran en la Tabla 12.

Tabla 12. Resultados del análisis factorial exploratorio

	Factores	
	1	2
<b>Factor 1. Disfrute</b>		
Las clases de ciencias son divertidas	0.84	
Me gustan las clases de ciencias	0.80	
Me lo paso bien en las clases de ciencias	0.76	
Las clases de ciencias me interesan	0.49	
Las clases de ciencias son mis favoritas	0.48	
<b>Factor 2. Autoeficacia</b>		
Las clases de ciencias son difíciles		0.80
Las clases de ciencias son complicadas		0.72
Necesito mucha ayuda en las clases de ciencias		0.65
Cometo muchos errores en las clases de ciencias		0.49
Sé cómo hacer las tareas de las clases de ciencias		0.36
Aprendo rápido en las clases de ciencias		0.32

Posteriormente, en aras de la parsimonia y la simplicidad, se redujo la longitud de las escalas con base en los siguientes criterios. Específicamente, se retuvieron aquellos ítems que (i) tuvieran altas cargas factoriales; (ii) una redacción diferente, representando así la amplitud del constructo; (iii) cuya retención mantuviera altos los índices de fiabilidad ( $>0.60$ ); y (iv) mínimo de 3 ítems por constructo (DeVellis, 2017). La versión reducida explicó un total del 68,52% de la varianza y ambos factores tuvieron altos valores propios (2,57 y 1,54, respectivamente) y cargas factoriales altas. Asimismo, la fiabilidad de consistencia interna fue adecuada en ambos casos. A continuación, los resultados del análisis factorial exploratorio y la fiabilidad de la versión reducida se muestran en la Tabla 13.

Tabla 13. Resultados del segundo análisis factorial exploratorio

	Factores	
	1	2
<b>Factor 1. Disfrute</b>		
Me gustan las clases de ciencias	0.84	
Las clases de ciencias son divertidas	0.80	
Me lo paso bien en las clases de ciencias	0.76	
<b>Factor 2. Autoeficacia</b>		
Necesito mucha ayuda en las clases de ciencias		0.80
Cometo muchos errores en las clases de ciencias		0.72
Las clases de ciencias son difíciles		0.65
<i>Alfa de Cronbach</i>	0.83	0.67
<i>Omega de McDonald</i>	0.84	0.67

#### 4.2.2. Fase 2 – Ajuste del modelo

La estructura latente unidimensional tuvo un ajuste deficiente del modelo (CFI = 0,76; TLI = 0,59; RMSEA = 0,20) y cargas por debajo del punto de corte mínimo de 0,32 (Figura 2). Sin embargo, el modelo de dos factores tuvo un ajuste adecuado del modelo (CFI = 0,98; TLI = 0,96; RMSEA = 0,06) y altas cargas factoriales (Figura 3). Por lo tanto, la estructura unidimensional se descartó para análisis posteriores.

La fiabilidad de la estructura de dos factores fue satisfactoria. Tanto el  $\alpha$  de Cronbach como el  $\omega$  de McDonald fueron 0,79 y 0,66 para los factores de disfrute y autoeficacia, respectivamente. Estos resultados revelan que la estructura de dos factores, enfocada en medir disfrute y autoeficacia, es adecuada y empíricamente viable para alumnado de primeros cursos de Educación Primaria.

Figura 2. Saturaciones estandarizadas para el modelo unidimensional

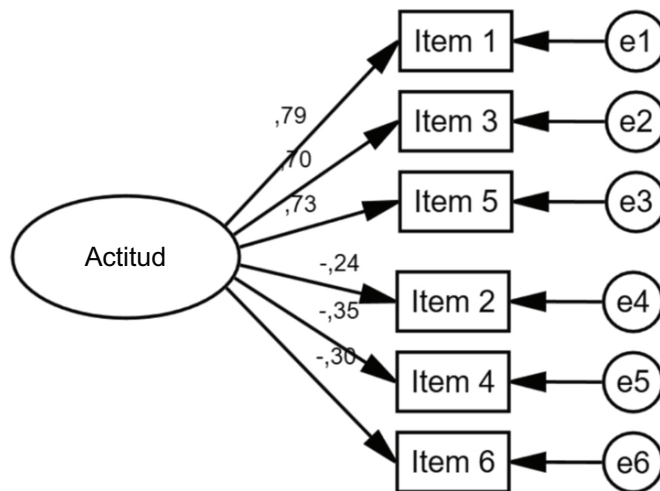
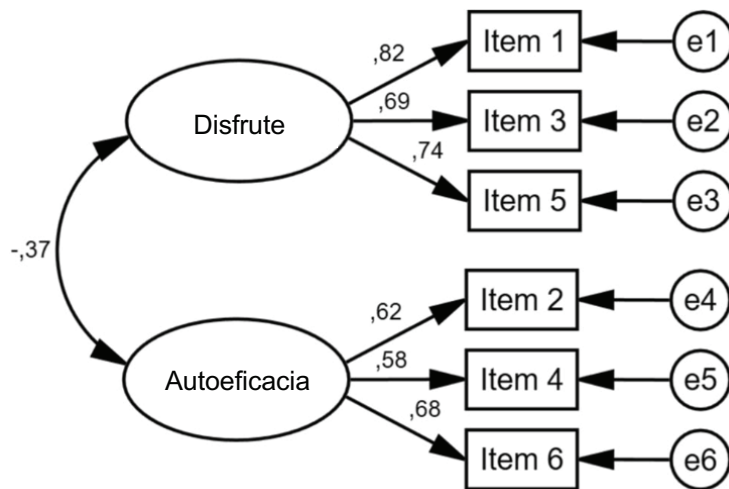


Figura 3. Saturaciones estandarizadas para el modelo de dos factores



#### 4.2.3. Fase 3 – Estabilidad temporal

Las estimaciones del ICC y sus intervalos de confianza del 95% fueron de 0,83 (0,76-0,89) para la escala de *disfrute* y de 0,76 (0,65-0,84) para la escala de *autoeficacia*. Estos resultados sugieren que el instrumento posee una adecuada estabilidad temporal. En otras palabras, si el constructo objeto de estudio no cambia, el instrumento identifica dichas actitudes de manera consistente a lo largo del tiempo.

#### 4.2.4. Fase 4 – Validez de constructo

Tanto el disfrute de la ciencia escolar ( $r = 0,21$ ,  $p < 0,05$ ) como la autoeficacia ( $r = 0,24$ ,  $p < 0,05$ ) se correlacionaron significativa y positivamente con las actitudes hacia las actividades de aprendizaje de ciencias en entornos informales. Esto revela que el instrumento CASS propuesto posee una adecuada validez de constructo.

#### 4.2.5. Fase 5 – Sensibilidad al cambio

Antes de la intervención, las puntuaciones de disfrute ( $M = 2,67$ ;  $SD = 0,58$ ) y autoeficacia ( $M = 2,35$ ;  $SD = 0,60$ ) fueron altas. Después de la intervención, tanto las puntuaciones de disfrute ( $M = 2,72$ ;  $SD = 0,52$ ) como de autoeficacia ( $M = 2,48$ ;  $SD = 0,51$ ) mejoraron.

Una prueba t de muestras emparejadas reveló que la mejora para la escala de disfrute fue insignificante,  $t(90) = -1,14$ ,  $p = 0,27$ . Sin embargo, los cambios en la puntuación de autoeficacia fueron estadísticamente significativos,  $t(90) = -2,56$ ,  $p = 0,01$ . Estos resultados sugieren que el constructo de autoeficacia sí es sensible al cambio; sin embargo, el constructo de disfrute no.



# Capítulo 5

## Discusión de los resultados

Este capítulo sintetiza e interpreta los resultados de la Tesis Doctoral. Se inicia con un resumen de los principales hallazgos. Posteriormente, se discuten estos hallazgos en relación con la literatura. Seguidamente, se reflexiona sobre las implicaciones educativas derivadas de estos resultados. Asimismo, se identifican las limitaciones y se proponen vías para futuras investigaciones.

### 5.1. Principales hallazgos

Los hallazgos de esta Tesis Doctoral revelan datos importantes sobre las representaciones y actitudes de los estudiantes de los primeros cursos de Educación Primaria. En primer lugar, el análisis de los dibujos evidencia que la imagen estereotipada del científico descrita tradicionalmente en la literatura está experimentando una notable transformación. El alumnado de 6 a 8 años de edad representa mayoritariamente a científicos jóvenes, así como a mujeres científica, especialmente en el caso de las niñas. Podría tratarse, por lo tanto, de un cambio generacional en el estereotipo de la imagen de la persona que se dedica a la ciencia.

Un segundo hallazgo crucial es la marcada influencia del contexto socio-sanitario en las representaciones de la persona que

se dedica a la ciencia. La pandemia de la COVID-19 emergió como un factor determinante, con un porcentaje considerable de estudiantes representado-científicos y científicas investigando el virus, desarrollando vacunas o realizando ensayos clínicos. Estos resultados sugieren la influencia del contexto social y cultural en las imágenes que posee el alumnado sobre la persona que se dedica a la ciencia, a la vez que revela una conceptualización del quehacer científico como una actividad relevante.

En el ámbito de las actitudes, el desarrollo y validación del Cuestionario de Actitudes hacia la Ciencia Escolar (CASS) constituye un hallazgo metodológico central. Los análisis psicométricos confirmaron una estructura de dos dimensiones, compuesta por ítems que miden disfrute de las clases de ciencia, y autoeficacia en las clases de ciencia. El instrumento mostró adecuados índices de fiabilidad de consistencia interna y una excelente fiabilidad test-retest. La validez de constructo quedó establecida mediante correlaciones significativas con la escala LeTiS, que mide el interés por la ciencia durante el tiempo de ocio.

Finalmente, el instrumento CASS es capaz de detectar cambios actitudinales tras una intervención educativa, especialmente en el caso del constructo de autoeficacia, lo que sugiere que puede ser empleado como una herramienta para evaluar la eficacia de las intervenciones educativas enfocadas a mejorar las actitudes en las primeras etapas de Educación Primaria.

## 5.2. Interpretación y discusión

El primer objetivo específico fue *analizar la imagen actual de los científicos entre estudiantes de primeros cursos de Educación Primaria, examinando la presencia de estereotipos tradicionales, la influencia de variables como el género y el curso académico, y el impacto de contextos sociales relevantes como la pandemia COVID-19 en dichas representaciones*. En este sentido, el estereotipo de científico loco que ha predominado durante décadas (Solomon, Duveen y Scott,

1994) está lejos de ser la imagen que el alumnado de los primeros cursos de Educación Primaria edad posee. Tampoco es la imagen de un hombre blanco maduro trabajando solo en el laboratorio.

La mayoría de las representaciones del alumnado proporcionan una imagen más amplia que la tradicional de la persona científica; es decir, una en la que hay personas de diferentes grupos étnicos, mujeres o varias personas científicas trabajando juntas (Samaras et al., 2012; Turkmen, 2008). Sin embargo, todavía hay un porcentaje significativo de niños que hacen una representación tradicional. No obstante, persiste una concepción sensacionalista de la imagen en los niños, a pesar de que investigaciones anteriores indican que estas concepciones son minoritarias en estudiantes mayores (Chang et al., 2020; Christidou, Hatzinikita y Samaras, 2010), por lo que, presumiblemente, la imagen se ajusta con la edad y las experiencias del alumnado, aunque estos estereotipos persistan en cada generación (Christidou et al., 2016; Finson, 2002; Mason et al., 1991; Miller et al., 2018; Newton y Newton, 1998; Schibeci y Riley, 1986).

En este sentido, son las niñas las que con mayor frecuencia representan a científicas mujeres o a ambos géneros trabajando juntos, en línea con otros estudios (Christidou et al., 2016; Christidou et al., 2010). También debe notarse que la mayoría del alumnado representa a personas científicas jóvenes, como también sucede en los estudios de Christidou et al. (2016). De hecho, la mayoría de las representaciones muestran a una persona joven y, en solo un caso, se representó a una persona joven junto a una persona mayor. Esta situación resulta ser muy diferente de la imagen que se representa en otros estudios sobre los estereotipos (Chang et al., 2020; Miller et al., 2018; Newton y Newton, 1992), lo que indica que el estereotipo cambia con el tiempo (Miller et al., 2018).

En cuanto al género representado en las ilustraciones, aunque el porcentaje predominante representa a un científico masculino, también hay un porcentaje significativo de mujeres representadas o ilustraciones en las que aparecen ambos géneros. Este cambio

parece ser una consecuencia de la transformación constante y gradual de roles que está teniendo lugar, y ya fue previsto en estudios anteriores (Miller et al., 2018).

En cuanto a la ubicación, continúa prevaleciendo el contexto del laboratorio, donde la persona científica realiza su trabajo rodeado de botellas de vidrio, matraces e instrumentos científicos. Se puede ver en la Figura 3 que el alumnado de 2do Grado tiene puntuaciones más altas. Esto puede deberse a que el alumnado estaba confinado cuando estaba en 1er Grado. A esta edad, el desarrollo evolutivo produce un avance en la comprensión del mundo socioemocional, de modo que el alumnado comienza a establecer lazos de amistad y relación de apego con otras personas compañeras y con la persona docente (López-Sánchez y Ortiz, 2014). Así, podría ser que estuvieran más atentos a las conversaciones de sus padres y madres y a la información de los medios de comunicación masiva que mostraban información sobre la investigación de las vacunas y los sistemas de producción. Sin embargo, este punto debería investigarse en profundidad.

Con respecto a la actividad realizada por la persona que se dedica a la ciencia, para la mayoría, está representada en una actividad que se ha llamado tradicional, aunque el porcentaje de estudiantes que representan una actividad más amplia que la tradicional es importante, especialmente en los dos primeros grados.

En todo este análisis, debe aclararse, en vista de los resultados obtenidos de la aplicación de la rúbrica de Farland-Smith (2012), que las puntuaciones de las ilustraciones de las niñas son más altas en todos los grados y en todas las categorías, aunque solo en algunos ítems estas diferencias son significativas. Son las niñas quienes tienen una visión "menos tradicional" de la apariencia de la persona que se dedica a la ciencia, su contexto y la actividad que realiza, en general. Como se indicó, la existencia de estereotipos científicos afecta con mayor intensidad a las mujeres, y esto afecta a su elección de estudios científico-tecnológicos y tiene una influencia negativa en la construcción de su autoestima (Álvarez-

Lires et al., 2014; Rossi-Cordero y Barajas-Frutos, 2015). Entonces, una mayor representación del género femenino en la visión de la persona que se involucra en la ciencia, presumiblemente, tendrá repercusiones en una mayor elección de carreras científico-tecnológicas y en un mejor desarrollo de la autoestima. Así, son las niñas las que representan más científicas mujeres, o de ambos sexos, y jóvenes.

En otros estudios sobre la imagen de la persona científica (Christidou et al., 2010) se ha encontrado un debilitamiento de una imagen estereotipada de acuerdo con los obtenidos en esta investigación. Sin embargo, en ese caso se trataba de estudiantes mayores (desde 7 años) y participaban en un evento científico, lo que puede estar relacionado con una mejor actitud hacia la ciencia. Una mejor actitud hacia la ciencia se acompaña de una imagen menos estereotipada de las personas científicas (Christidou et al., 2010).

Con respecto a la ubicación, predomina un contexto tradicional: una mesa con instrumentos (que pueden ser tubos de ensayo, ordenadores, etc.) en una habitación normal (Turkmen, 2008). Con respecto a la actividad realizada por la persona científica, en las ilustraciones de las niñas predomina la actividad tradicional (la persona científica está inventando algo o descubriendo algo, lo que representa una visión ingenua del alumnado) y luego la más amplia que la tradicional (la persona científica realiza una actividad cercana a la realidad: probando, observando) (Turkmen, 2008). Por otro lado, los niños representan una actividad tradicional en su mayor parte, y una parte de ellos representan una actividad sensacionalista (la visión de que la ciencia tiene que ver con la magia, la intriga, el dominio mundial, las explosiones, etc.) (Turkmen, 2008).

En el análisis de la actividad, vale la pena destacar la representación de profesionales de investigación médica, buscando y probando un prototipo de una vacuna contra la COVID-19. El alumnado está inmerso en una situación donde recibe continuamente noticias sobre investigación, ensayos, la búsqueda

de una vacuna, etc. Así, aunque algunas de las ilustraciones no se refieren a la investigación de la COVID, esta aparece en algunas de ellas (por ejemplo, la persona científica está en su laboratorio tradicional, con su trabajo tradicional; sin embargo, algunos estudiantes representan un dispensador de jabón y la imagen de la COVID en algún lugar de la ilustración).

En este sentido, también destaca el mayor porcentaje de alumnado femenino que representa a personas científicas investigando la COVID. Es posible que las niñas sean más sensibles a este tema y que la información que reciben de los medios de comunicación y de su entorno familiar les haga construir una imagen de la persona científica-investigadora relacionada con la investigación de una cura, ensayos clínicos, etc.

Sin embargo, la crisis sanitaria, presumiblemente, no solo ha influido en el hecho de que un porcentaje de estudiantes representara al personal sanitario, la investigación sobre el desarrollo de vacunas, pruebas experimentales con pacientes, etc. También es posible que la gran cantidad de información que llegó a los hogares desde los diversos medios de comunicación y que estaba presente en las conversaciones familiares (Ho et al., 2020), impactara en el alumnado, modificando su visión sobre la construcción de la ciencia, la persona que se dedica a ella y la actividad en la que se lleva a cabo, así como los escenarios en los que se desarrolla la investigación científica.

Así, los estudios realizados sobre cómo la infancia comprende la COVID-19 durante el confinamiento indican que lo veían como un enemigo a vencer y elogiaban el trabajo de las personas médicas para derrotar al virus. Al mismo tiempo, la infancia hizo representaciones de virus en sus dibujos durante el confinamiento (Berasategi-Sancho et al., 2020; Toniolo, Baptista, Ramos, Piñeiro-Naval y Gradim, 2021). Así, como es obvio, la COVID estaba en el día a día de la infancia durante el confinamiento, y estaban esperando que esta situación terminara para retomar el contacto con sus amistades y otros familiares, y volver a la escuela, que es su área de socialización por excelencia.

El segundo objetivo específico de esta Tesis Doctoral fue *diseñar y validar psicométricamente un cuestionario de actitudes hacia la ciencia escolar (CASS) para los primeros cursos de Primaria, demostrando su capacidad para medir constructos actitudinales de manera fiable y para evaluar la eficacia de intervenciones educativas basadas en la indagación.*

En este sentido, cabe destacar que muchos estudios en los últimos años han encontrado una disminución en las actitudes de los estudiantes hacia la ciencia a medida que aumentan los grados escolares (Aschbacher et al., 2014; DeWitt y Archer, 2015; Kennedy et al., 2014). A pesar de la disponibilidad de numerosos instrumentos de medición actitudinal, existía una escasez de medidas psicométricamente sólidas para los grados inferiores de la educación primaria (Blalock et al., 2008; Toma y Lederman, 2022). Mejorar las actitudes de los estudiantes jóvenes es fundamental para el desarrollo de medidas educativas exitosas destinadas a reparar las fugas en la formación (Miller, 2021).

Basándose en el modelo tripartito de actitudes (Breckler, 1984) y construyendo sobre medidas existentes que se centran en los componentes afectivos y cognitivos de las actitudes (por ejemplo, Xu y Lewis, 2011; Zhang y Campbell, 2011), este proyecto de investigación diseñó un cuestionario que produce puntuaciones válidas y fiables para el disfrute de la ciencia escolar y las creencias de autoeficacia en ciencia escolar de alumnos de 1º y 2º de primaria.

En línea con los *Standards for educational and psychological testing* (AERA et al., 2014) y la taxonomía de propiedades de medición de la iniciativa COSMIN (Mokkink et al., 2010), las investigaciones psicométricas realizadas en este proyecto de investigación indicaron una estructura latente de dos factores con un ajuste satisfactorio del modelo, lo que indica una validez estructural adecuada. Del mismo modo, las puntuaciones se asociaron con una medida existente de convergencia conceptual, lo que indica que la validez de constructo de la prueba era prometedora. Los coeficientes de consistencia interna para escalas

cortas dirigidas a encuestados jóvenes estuvieron dentro de los límites aceptables en el dominio de la fiabilidad.

Además, el instrumento exhibió una excelente estabilidad temporal (test-retest), lo que los convierte en una buena opción para investigaciones que involucran varias fases de recolección de datos, es decir, diseños longitudinales o estudios de intervención con diseños de series temporales interrumpidas (Shadish et al., 2002). Finalmente, las escalas propuestas parecen ser sensibles y capaces de detectar cambios en las puntuaciones de los estudiantes después de una intervención educativa, particularmente en el dominio de la autoeficacia.

### 5.3. Implicaciones educativas

Son varias las implicaciones educativas que se derivan de esta Tesis Doctoral. En relación con el primer objetivo, cabe enfatizar la importancia de la visión que tiene el alumnado de la persona que trabaja o se dedica a la ciencia. Así, mejorar la visión de la persona científica o investigadora presumiblemente mejorará la actitud hacia la ciencia y las vocaciones científicas (Pérez-Manzano y Almela-Baeza, 2018). En este sentido, las políticas de formación continua del profesorado, particularmente en los primeros grados de Educación Primaria, deben modificar los posibles estereotipos que la persona docente puede transferir al alumnado (McCarthy, 2014; Turkmen, 2008), y, por otro lado, como ha sucedido durante esta pandemia, el alumnado ha estado más expectante de las noticias científicas, y ha estado más cerca del funcionamiento de la ciencia. Por lo tanto, sería apropiado que la formación del alumnado de primeros cursos de Primaria entrara en contacto con personas científicas e instituciones de investigación que le permitieran distinguir progresivamente entre la ciencia escolar y la ciencia de las personas científicas.

En relación con el segundo objetivo, esta Tesis Doctoral da como resultado un cuestionario breve con propiedades

psicométricas robustas para medir las actitudes hacia la ciencia escolar de alumnos de 1º y 2º de primaria. Cada dimensión se mide con solo tres ítems y tres opciones de respuesta, lo que lo hace apropiado para alumnos de 6 a 9 años. Debido a su simplicidad, el instrumento puede utilizarse sin causar un estrés indebido a los maestros, aumentando su disposición a participar en proyectos de investigación. También puede usarse junto con otras métricas para determinar qué factores influyen en las actitudes favorables de los niños pequeños hacia la ciencia en la escuela.

## **5.4. Limitaciones y prospectiva**

Esta Tesis Doctoral no está exenta de limitaciones. En relación con el primer objetivo, se debe indicar la ubicación del centro educativo: un centro en una pequeña ciudad en el momento posterior al regreso a la escuela después del confinamiento causado por la pandemia. Habría sido relevante llevar a cabo un estudio de mayor alcance geográfico. Las investigaciones futuras se dirigirán hacia el análisis de muestras más grandes y diversas.

Otra posible limitación podría deberse a la presentación de las instrucciones. Es posible que parte del alumnado entendiera que debía dibujar a una sola persona, un hombre o una mujer, como se analiza en otros estudios (Christidou et al., 2016). Sin embargo, dado que la instrucción solicitaba que también describieran su ubicación y su actividad, esto invitó a representar la situación habitual de una persona de ciencia, que puede o no estar rodeada de personas, dependiendo de su concepción. De hecho, muchos de los dibujos representan a varias personas trabajando juntas.

En el futuro, la investigación se ampliará aumentando la muestra y ampliando el estudio a otros cursos y etapas, lo que permitirá analizar cómo la situación actual está modificando los estereotipos del alumnado con respecto a las personas que se dedican a la ciencia y su contexto. Es probable que la situación actual esté cambiando la imagen de la ciencia y de la persona

científica en el alumnado más joven, y quizás también esté influyendo en su actitud hacia la ciencia y su interés en las disciplinas científico-tecnológicas.

En relación con el segundo objetivo, el instrumento se basa en el modelo tripartita de las actitudes, que considera elementos afectivos, cognitivos y conductuales en la formación de actitudes. Sin embargo, solo se han propuesto y probado dos escalas que miden dominios afectivos y cognitivos. Esto se hizo para alinearse con otros instrumentos actitudinales que se concentran en tales dimensiones. Sin embargo, un instrumento que mida la intención conductual de seguir estudiante ciencia permitiría estudios predictivos y correlacionales para desentrañar la relación entre los tres componentes de las actitudes. Se plantea este aspecto como futura línea de investigación.

Segundo, si bien la validez estructural y la fiabilidad de consistencia interna se recopilaron para estudiantes de escuelas públicas y concertadas debido al muestreo por conveniencia, la fiabilidad test-retest, la validez de constructo y la capacidad de respuesta del cuestionario solo se examinaron para estudiantes de escuelas públicas. Si bien las escuelas concertadas en España también están financiadas por el estado (pero son de propiedad privada), la demografía estudiantil difiere entre las escuelas públicas y las concertadas. Por lo tanto, en futuros estudios, se necesita confirmar estos resultados asimismo en alumnado proveniente de escuelas concertadas, lo que permitiría generalizar los resultados de validez y confiabilidad del instrumento.

Tercero, la validez de constructo del instrumento es prometedora, pero se esperaba vínculos más fuertes entre el disfrute, la autoeficacia y el interés por actividades relacionadas con la ciencia en el tiempo libre. Es necesario realizar más investigación sobre la relación entre el cuestionario diseñado y otras medidas existentes de convergencia conceptual. Sin embargo, la escasez de instrumentos de medición fiables para niños de 6 a 8 años de edad limitó este aspecto.

De hecho, una serie de revisiones de literatura sobre instrumentos actitudinales encontró que, en general, los instrumentos existentes no habían sido validados con respecto a las propiedades esenciales de validez y fiabilidad para ser utilizados con confianza (Blalock et al., 2008; Toma y Lederman, 2022). Esta es una advertencia importante en la literatura relacionada con España. Toma (2021a, 2021b) realizó una revisión de instrumentos de actitudes más utilizados en España, determinando que la evidencia de validez y fiabilidad encontrada en la literatura era insuficiente y muy por debajo de los requisitos actuales. Por lo tanto, el instrumento CASS se posiciona como una herramienta que posee numerosas evidencias de validez y confiabilidad.

Si bien el instrumento CASS ofrece información valiosa sobre las actitudes afectivas y cognitivas de los estudiantes hacia la ciencia, abordar estas limitaciones mediante investigaciones futuras y el refinamiento del instrumento mejoraría su poder predictivo, así como su validez general. A pesar de estas limitaciones, el instrumento propuesto es una herramienta prometedora que suple la carencia de instrumentos válidos y fiables de actitudes hacia la ciencia en los primeros años de la escuela primaria.

Los hallazgos de esta Tesis Doctoral abren varias líneas de investigación que son prometedoras y merecen ser exploradas en profundidad. Una línea fundamental consiste en realizar estudios de validación cruzada del instrumento CASS con poblaciones más amplias y diversas, examinando su funcionamiento en diferentes contextos autonómicos españoles y en países latinoamericanos de habla hispana, lo que permitiría establecer normas poblacionales más robustas y verificar la invarianza métrica del instrumento. Resulta prioritario desarrollar investigación sobre los factores predictores de las actitudes hacia la ciencia escolar, mediante estudios longitudinales que utilicen el CASS como medida de resultado para examinar cómo variables como la formación del profesorado, los recursos educativos disponibles y las actitudes familiares hacia la ciencia influyen en la

evolución de las actitudes del alumnado a lo largo de toda la educación primaria.

Una línea de especial relevancia consiste en el diseño y evaluación de programas de intervención educativa que utilicen estas adaptaciones metodológicas como instrumentos de evaluación. Sería particularmente valioso desarrollar intervenciones sistemáticas dirigidas específicamente a modificar la imagen estereotipada del científico y mejorar las actitudes hacia ciencia escolar, empleando el mDAST adaptado y el CASS para medir su eficacia. Estas intervenciones podrían incorporar estrategias como la exposición a modelos de científicos diversos, la realización de encuentros regulares con profesionales de la ciencia en entornos escolares, y el desarrollo de proyectos de investigación escolar guiados que muestren el proceso científico real.

La aplicación combinada del mDAST y el CASS en diseños pretest-posttest permitiría evaluar rigurosamente el impacto de estas intervenciones en ambos constructos de manera simultánea. Otra línea prometedora se centraría en el análisis de la efectividad diferencial de intervenciones educativas específicas, empleando el CASS para evaluar comparativamente el impacto de distintas metodologías sobre las dimensiones de disfrute y autoeficacia. Sería valioso explorar la relación entre las representaciones de los científicos y las actitudes medidas por el CASS mediante estudios mixtos que combinen ambas herramientas, determinando en que medida las representaciones más diversas se asocian con actitudes más positivas hacia la ciencia escolar.

Finalmente, se sugiere investigar el papel moderador de variables como el género y el nivel socioeconómico en la formación de actitudes científicas, lo que permitiría diseñar intervenciones educativas más equitativas y culturalmente sensibles. La continuidad en estas líneas de investigación contribuiría significativamente a comprender los mecanismos subyacentes al desarrollo de actitudes científicas positivas y a diseñar estrategias educativas más efectivas para fomentar las vocaciones científicas desde las primeras etapas educativas.

## 5.5. Conclusiones generales

Es necesario conocer la imagen que tiene el alumnado con respecto a las personas que se dedican a la ciencia y las concepciones sobre el trabajo que llevan a cabo desde las edades más tempranas. Esto permitirá acciones enfocadas en su modificación, lo que mejorará las vocaciones científicas al erradicar varios estereotipos existentes (Pérez-Manzano y Almela-Baeza, 2018). Los datos proporcionados en esta investigación con alumnado de Primer Grado de Primaria reflejan una concepción no excesivamente distorsionada con respecto a la persona que se dedica a la ciencia: se aprecia que el alumnado no tiene una visión sensacionalista, en general, de las personas científicas o de su trabajo. El alumnado no suele representar "personas científicas locas" encerradas en cuevas o sótanos, y, al mismo tiempo, no representan exclusivamente a científicos masculinos, sino que aparece una amplia representación femenina o se representan ambos sexos; y, en la mayoría de los casos representan a jóvenes. Considerando que los estereotipos científicos se forman en edades tempranas, a partir de los 8 años (Christidou et al., 2016; Finson, 2002; Mason et al., 1991; Miller et al., 2018; Newton y Newton, 1998; Schibeci y Riley, 1986), sería aconsejable que las intervenciones educativas se orientaran a detener el desarrollo de estos estereotipos en esas edades tempranas.

Por otro lado, como se puede ver, la actual situación sanitaria derivada de la crisis de la COVID-19 también influye en la percepción del alumnado sobre el trabajo realizado por la persona científica. Algunos estudios muestran que ha habido un cambio positivo después del confinamiento en la percepción social de la ciencia en personas adultas (Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología [FECYT], 2021). Teniendo en cuenta que gran parte de la información que el alumnado de estas edades recibió durante el confinamiento y después ha sido a través de sus familias, es presumible que este cambio no solo sea en los estereotipos sobre

la ciencia y las personas científicas, sino también en una apreciación más positiva de la ciencia y de quienes la practican.

En la actualidad, la situación está volviendo gradualmente a una situación normal. Las niñas y los niños están con sus compañeros y compañeras y sus docentes, manteniendo el distanciamiento social. A medida que aumenta la vacunación dentro de la población, también están más en contacto con familiares y su interacción social está retomando valores de "normalidad". Sin embargo, una pregunta de investigación importante sería analizar qué pasará cuando haya pasado algún tiempo y la situación sea similar a la anterior a la pandemia, cuando la infancia no tenía limitaciones o miedo a un virus del que "solo se podía salvar por la ciencia". ¿Continuará mejorando la percepción de las personas que se dedican a la ciencia y su trabajo hacia valores más realistas, o disminuirá a valores más tradicionales?

Los hallazgos de esta investigación sugieren que es viable y relevante evaluar las representaciones y actitudes científicas desde los primeros años de educación primaria mediante instrumentos específicamente diseñados para esta etapa educativa. Los resultados obtenidos apuntan a una evolución en el estereotipo del científico entre el alumnado más joven, observándose una mayor diversidad en las representaciones en cuanto a género y edad, así como una notable influencia de contextos sociales significativos como, por ejemplo, la pandemia de COVID-19.

El desarrollo del Cuestionario de Actitudes hacia la Ciencia Escolar (CASS) representa una contribución relevante al campo, al ofrecer una herramienta con adecuadas propiedades psicométricas para la evaluación de actitudes en una etapa educativa donde escasean instrumentos válidos y fiables. La estructura bidimensional del cuestionario, centrada en el disfrute y la autoeficacia, parece capturar dimensiones significativas de la actitud hacia la ciencia escolar en esta franja de edad.

Los resultados refuerzan la importancia de considerar las primeras etapas educativas como un período clave para la

formación de actitudes científicas. La capacidad del CASS para detectar cambios en la autoeficacia tras una intervención educativa basada en la indagación sugiere el potencial de estas metodologías para influir positivamente en las percepciones del alumnado sobre su propia competencia científica.

En conjunto, esta Tesis Doctoral proporciona fundamentos metodológicos y empíricos que pueden servir de base para futuros estudios sobre el desarrollo temprano de las actitudes científicas y para el diseño de intervenciones educativas fundamentadas en la evidencia.



## Referencias

- AERA, NCME, y APA. (2014). *Standards for educational and psychological testing*. American Psychological Association.
- Aguilera, D., y Perales-Palacios, F. J. (2020). What effects do didactic interventions have on students' attitudes towards science? A Meta-Analysis. *Research in Science Education*, 50(2), 573-597. <https://doi.org/10.1007/s11165-018-9702-2>
- Ali, M. M., Yager, R., Hacieminoglu, E., y Caliskan, I. (2013). Changes in student attitudes regarding science when taught by teachers without experiences with a model professional development program. *School Science and Mathematics*, 113(3), 109-119. <https://doi.org/10.1111/ssm.12008>
- Álvarez-Lires, F. J., Arias-Correa, A., Serrallé-Marzoa, J., y Varela-Losada, M. (2014). Choice of engineering studies: Influence of science education and gender stereotypes on the self-esteem of female students. *Revista de Investigación Educativa*, 12, 54-72.
- Arbuckle, J. L. (2014). *Amos* (Version 23.0). IBM SPSS.

- Aschbacher, P. R., Ing, M., y Tsai, S. M. (2014). Is Science me? Exploring middle school students' STEM career aspirations. *Journal of Science Education and Technology*, 23(6), 735-743. <https://doi.org/10.1007/s10956-014-9504-x>
- Ato, M., López, J. J., y Benavente, A. (2013). A classification system for research designs in psychology. *Anales De Psicología*, 29(3), 1038-1059. <https://doi.org/10.6018/analesps.29.3.178511>
- Banchi, H., y Bell, R. (2008). The many levels of inquiry. *Science and Children*, 46(2), 26-29.
- Bauer, C. F. (2008). Attitude toward chemistry: A semantic differential instrument for assessing curriculum impacts. *Journal of Chemical Education*, 85(10), 1440-1445. <https://doi.org/10.1021/ed085p1440>
- Berasategi-Sancho, N., Idoiaga-Mondragón, N., Dosil-Santamaría, M., Eiguren-Munitis, A., Pikatza-Gorrotxategi, N., y Ozamiz-Echevarria, N. (2020). *The voices of children in confinement due to COVID-19*. Universidad del País Vasco.
- Blalock, C. L., Lichtenstein, M. J., Owen, S., Pruski, L., Marshall, C., y Toepperwein, M. A. (2008). In pursuit of validity: A comprehensive review of science attitude instruments 1935-2005. *International Journal of Science Education*, 30(7), 961-977. <https://doi.org/10.1080/09500690701344578>
- Breckler, S. J. (1984). Empirical validation of affect, behavior, and cognition as distinct components of attitude. *Journal of Personality and Social Psychology*, 47(6), 1191-1205. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.47.6.1191>
- Catell, R. B. (1966). The scree test for the number of factors. *Multivariate Behavioral Research*, 1, 245-276.
- Chambers, D. W. (1983). Stereotypic images of the scientist: The draw-a-scientist test. *Science Education*, 67(2), 255-265. <https://doi.org/10.1002/sce.3730670213>

- Chang, H. Y., Lin, T. J., Lee, M.-H., Lee, S. W. Y., Lin, T. C., Tan, A. L., y Tsai, C. C. (2020). A systematic review of trends and findings in research employing drawing assessment in science education. *Studies in Science Education*, 56(1), 77–110. <https://doi.org/10.1080/03057267.2020.1735822>
- Christidou, V., Bonoti, F., y Kontopoulou, A. (2016). American and Greek children's visual images of scientists. *Science & Education*, 25(5–6), 497–522. <https://doi.org/10.1007/s11191-016-9832-8>
- Christidou, V., Hatzinikita, V., y Samaras, G. (2010). The image of scientific researchers and their activity in Greek adolescents' drawings. *Public Understanding of Science*, 21(5), 626–647. <https://doi.org/10.1177/0963662510368577>
- Cohen, L., Manion, L., y Morrison, K. (2018). *Research methods in education* (8th ed.). Routledge.
- Demirel, M., y Dağyar, M. (2016). Effects of problem-based learning on attitude: A meta-analysis study. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 12(8), 2115–2137. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2016.1293a>
- Denessen, E., Vos, N., Hasselman, F., y Louws, M. (2015). The relationship between primary school teacher and student attitudes towards science and technology. *Education Research International*, 2015, 1–7. <https://doi.org/10.1155/2015/534690>
- DeVellis, R. F. (2017). *Scale development: Theory and applications* (4th ed.). Sage Publications.
- DeWitt, J., y Archer, L. (2015). Who aspires to a science career? A comparison of survey responses from primary and secondary school students. *International Journal of Science Education*, 37(13), 2170–2192. <https://doi.org/10.1080/09500693.2015.1071899>

- Eagly, A. H., y Mladinic, A. (1993). Are people prejudiced against women? Some answers from research on attitudes, gender stereotypes, and judgments of competence. *European Review of Social Psychology*, 5(1), 1–35.
- Emvalotis, A., y Koutsianou, A. (2017). Greek primary school students' images of scientists and their work: Has anything changed? *Research in Science & Technological Education*, 36(1), 69–85.  
<https://doi.org/10.1080/02635143.2017.1366899>
- Farland-Smith, D. (2012). Development and field test of the Modified Draw-a-Scientist Test and the Draw-a-Scientist Rubric. *School Science and Mathematics*, 112(2), 109–116.  
<https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.2011.00124.x>
- Farland-Smith, D. (2017). The evolution of the analysis of the draw-a-scientist test. In K. D. Finson y J. E. Pedersen (Eds.), *Draw me a scientist: Current perspectives* (pp. 171–178). Sense Publishers. [https://doi.org/10.1007/978-94-6351-080-6\\_10](https://doi.org/10.1007/978-94-6351-080-6_10)
- Farland-Smith, D., Finson, K. D., Boone, W. J., y Yale, M. S. (2014). An investigation of media influences on elementary students representations of scientists. *Journal of Science Teacher Education*, 25(3), 355–366.  
<https://doi.org/10.1007/s10972-013-9358-8>
- Faul, F., Erdfelder, E., Lang, A. G., y Buchner, A. (2007). G\*Power 3: A flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences. *Behavior Research Methods*, 39(2), 175–191.  
<https://doi.org/10.3758/BF03193146>
- Ferguson, S. L., y Lezotte, S. M. (2020). Exploring the state of science stereotypes: Systematic review and meta-analysis of the Draw-A-Scientist Checklist. *School Science and Mathematics*, 120(2), 55–65.  
<https://doi.org/10.1111/ssm.12382>

- Finson, K. D. (2002). Drawing a scientist: What we do and do not know after fifty years of drawings. *School Science and Mathematics*, 102(7), 335–345. <https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.2002.tb18217.x>
- Finson, K. D. (2003). Applicability of the DAST-C to the images of scientists drawn by students of different racial groups. *Journal of Elementary Science Education*, 15(1), 15–26. <https://doi.org/10.1007/BF03174741>
- Finson, K. D., Beaver, J. B., y Cramond, B. L. (1995). Development and field test of a checklist for the Draw-A-Scientist Test. *School Science and Mathematics*, 95(4), 195–205. <https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.1995.tb15762.x>
- Fort, D. C., y Varney, H. L. (1989). How students see scientists: Mostly male, mostly white, and mostly benevolent. *Science and Children*, 26(8), 8–13. <https://www.jstor.org/stable/43167098>
- Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT). (2021). \*10th Survey on Social Perception of Science and Technology—2020\*. <https://bit.ly/3h6aw7A>
- Fung, Y. Y. H. (2002). A comparative study of primary and secondary school students' images of scientists. *Research in Science & Technological Education*, 20(2), 199–213. <https://doi.org/10.1080/0263514022000030452>
- Gardner, P. L. (1975). Attitudes to science: A review. *Studies in Science Education*, 2, 1–41.
- Gaskin, C. J., y Happell, B. (2014). On exploratory factor analysis: A review of recent evidence, an assessment of current practice, and recommendations for future use. *International Journal of Nursing Studies*, 51, 511–521. <https://doi.org/10.1016/j.ijnurstu.2013.10.005>
- Hayes, A. F., y Coutts, J. J. (2020). Use Omega rather than Cronbach's Alpha for estimating reliability. *Communication*

*Methods and Measures*, 14(1), 1–24.  
<https://doi.org/10.1080/19312458.2020.1718629>

Ho, H. Y., Chen, Y. L., y Yen, C. F. (2020). Different impacts of COVID-19-related information sources on public worry: An online survey through social media. *Internet Interventions*, 22, 100350.  
<https://doi.org/10.1016/j.invent.2020.100350>

IBM Corp. (2017). *IBM SPSS Statistics for Windows* (Version 25.0). IBM Corp.

Jiang, F., y McComas, W. F. (2015). The effects of inquiry teaching on student science achievement and attitudes: Evidence from propensity score analysis of PISA data. *International Journal of Science Education*, 37(3), 554–576.  
<https://doi.org/10.1080/09500693.2014.1000426>

Jones, R., y Bangert, A. (2006). The CSI effect: Changing the face of science. *Science Scope*, 30(1), 38.  
<https://www.proquest.com/docview/225939585>

Kennedy, J., Lyons, T., y Quinn, F. (2014). The continuing decline of science and mathematics enrolments in Australian high schools. *Teaching Science*, 60(2), 34–46.

Kennedy, J., Quinn, F., y Taylor, N. (2016). The school science attitude survey: A new instrument for measuring attitudes towards school science. *International Journal of Research & Method in Education*, 39(4), 422–445.  
<https://doi.org/10.1080/1743727X.2016.1160046>

Keszei, A. P., Novak, M., y Streiner, D. L. (2010). Introduction to health measurement scales. *Journal of Psychosomatic Research*, 68(4), 319–323.  
<https://doi.org/10.1016/j.jpsychores.2010.01.006>

Kline, R. B. (2005). *Principles and practice of structural equation modeling* (2nd ed.). The Guilford Press.

- Knapp, H. (2018). *Intermediate statistics using SPSS*. Sage Publications, Inc.
- Koballa, T. R., y Crawley, F. E. (1985). The influence of attitude on science teaching and learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 85(3), 222-232. <https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.1985.tb09615.x>
- Koo, T. K., y Li, M. Y. (2016). A guideline of selecting and reporting intraclass correlation coefficients for reliability research. *Journal of Chiropractic Medicine*, 15, 155-163. <https://doi.org/10.1016/j.jcm.2016.02.012>
- Krajovich, J. G., y Smith, J. K. (1982). The development of the image of science and scientists scale. *Journal of Research in Science Teaching*, 19(1), 39-44. <https://doi.org/10.1002/tea.3660190106>
- LOMCE. (2013). *Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la mejora de la calidad educativa*. Boletín Oficial del Estado, 295, 97858-97921.
- López-Sánchez, F., y Ortíz, M. J. (2014). The development of attachment during childhood. En F. López-Sánchez, I. Etxebarria, M. J. Fuentes-Rebollo, y M. J. Ortíz (Eds.), *Affective and social development* (pp. 109-131). Ediciones Pirámide.
- Losh, S. C., Wilke, R., y Pop, M. (2008). Some methodological issues with “Draw a Scientist Tests” among young children. *International Journal of Science Education*, 30(6), 773-792. <https://doi.org/10.1080/09500690701250452>
- Maltese, A. V., y Tai, R. H. (2011). Pipeline persistence: Examining the association of educational experiences with earned degrees in STEM among U.S. students. *Science Education*, 95(5), 877-907. <https://doi.org/10.1002/sce.20441>
- Maoldomhnaigh, M. O., y Hunt, A. (1988). Some factors affecting the image of the scientist drawn by older primary school

- pupils. *Research in Science & Technological Education*, 6(2), 159–166. <https://doi.org/10.1080/0263514880060206>
- Mason, C. L., Kahle, J. B., y Gardner, A. L. (1991). Draw-A-Scientist Test: Future implications. *School Science and Mathematics*, 91(5), 193–198. <https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.1991.tb12078.x>
- McCarthy, D. (2014). Teacher candidates' perceptions of scientists: Images and attributes. *Educational Review*, 67(4), 389–413. <https://doi.org/10.1080/00131911.2014.943168>
- Mead, M., y Metraux, R. (1957). Image of the scientist among high-school students: A pilot study. *Science*, 126(3270), 384–390. <https://doi.org/10.1126/science.126.3270.384>
- Miller, B. (2021). Developing interest in STEM careers: The need to incorporate STEM in early education. *School Science and Mathematics*, 121(1), 10–11. <https://doi.org/10.1111/ssm.12497>
- Miller, D. I., Nolla, K. M., Eagly, A. H., y Uttal, D. H. (2018). The development of children's gender-science stereotypes: A meta-analysis of 5 decades of U.S. Draw-A-Scientist studies. *Child Development*, 89(6), 1943–1955. <https://doi.org/10.1111/cdev.13039>
- Mokkink, L. B., Terwee, C. B., Patrick, D. L., Alonso, J., Stratford, P. W., Knol, D. L., Bouter, L. M., y de Vet, H. C. W. (2010). The COSMIN study reached international consensus on taxonomy, terminology, and definitions of measurement properties for health-related patient-reported outcomes. *Journal of Clinical Epidemiology*, 63(7), 737–745. <https://doi.org/10.1016/j.jclinepi.2010.02.006>
- Monhardt, R. M. (2003). The image of the scientist through the eyes of Navajo children. *Journal of American Indian Education*, 42(3), 25–39. <https://www.jstor.org/stable/24398436>

- Mundform, D. J., Shaw, D. G., y Tian, L. K. (2005). Minimum sample size recommendations for conducting factor analyses. *International Journal of Testing*, 5(2), 159-168. [https://doi.org/10.1207/s15327574ijt0502\\_4](https://doi.org/10.1207/s15327574ijt0502_4)
- Navarro, M., Förster, C., González, C., y González-Pose, P. (2016). Attitudes toward science: Measurement and psychometric properties of the test of science-related attitudes for its use in Spanish-speaking classrooms. *International Journal of Science Education*, 38(9), 1459-1482. <https://doi.org/10.1080/09500693.2016.1195521>
- Newman, I., y McNeil, K. (1998). *Conducting survey research in the social sciences*. University Press of America.
- Newton, D. P., y Newton, L. D. (1992). Young children's perceptions of science and the scientist. *International Journal of Science Education*, 14(3), 331-348. <https://doi.org/10.1080/0950069920140308>
- Newton, L. D., y Newton, D. P. (1998). Primary children's conceptions of science and the scientist: Is the impact of a National Curriculum breaking down the stereotype? *International Journal of Science Education*, 20(9), 1137-1149. <https://doi.org/10.1080/0950069980200909>
- Nunnally, J. C., y Bernstein, I. H. (1994). *Psychometric theory* (3rd ed.). McGraw-Hill.
- O'Connor, B. P. (2000). SPSS and SAS programs for determining the number of components using parallel analysis and Velicer's MAP test. *Behavior Research Methods, Instruments, and Computers*, 32(3), 396-402. <https://doi.org/10.3758/bf03200807>
- Osborne, J., Simon, S., y Collins, S. (2003). Attitudes towards science: A review of the literature and its implications. *International Journal of Science Education*, 25(9), 1049-1079. <https://doi.org/10.1080/0950069032000032199>

- Paños, E., y Ruiz-Gallardo, J. R. (2021). Attitude toward informal science in the early years and development of leisure time in science (LeTiS), a pictographic scale. *Journal of Research in Science Teaching*, 58(5), 689–720. <https://doi.org/10.1002/tea.21675>
- Pérez-Manzano, A., y Almela-Baeza, J. (2018). Gamification and transmedia for scientific promotion and for encouraging scientific careers in adolescents. *Comunicar: Media Education Research Journal*, 26(2), 93–103. <https://doi.org/10.3916/C55-2018-09>
- Peters, G.-J. Y. (2014). The alpha and the omega of scale reliability and validity. *The European Health Psychologist*, 16(2), 56–69.
- Potvin, P., y Hasni, A. (2014). Interest, motivation and attitude towards science and technology at K-12 levels: A systematic review of 12 years of educational research. *Studies in Science Education*, 50(1), 85–129. <https://doi.org/10.1080/03057267.2014.881626>
- Reinisch, B., Krell, M., Hergert, S., Gogolin, S., y Krüger, D. (2017). Methodical challenges concerning the Draw-A-Scientist Test: A critical view about the assessment and evaluation of learners' conceptions of scientists. *International Journal of Science Education*, 39(14), 1952–1975. <https://doi.org/10.1080/09500693.2017.1362715>
- Roberson, R. B. I., Elliot, T. R., Chang, J. E., y Hill, J. N. (2014). Exploratory factor analysis in rehabilitation psychology: A content analysis. *Rehabilitation Psychology*, 59(4), 429–438. <https://doi.org/10.1037/a0037899>
- Roberts, D. A., y Bybee, R. W. (2014). Scientific literacy, science literacy, and science education. En N. G. Lederman y S. K. Abell (Eds.), *Handbook of research on science education* (Vol. II, pp. 559–572). Routledge.
- Rossi-Cordero, A. E., y Barajas-Frutos, M. (2015). Choice of STEM studies and gender imbalances. *Enseñanza de las Ciencias:*

- Revista de Investigación y Experiencias Didácticas*, 33(1), 59–76. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.1472>
- Said, Z., Summers, R., Abd-El-Khalick, F., y Wang, S. (2016). Attitudes toward science among grades 3 through 12 arab students in Qatar: Findings from a cross-sectional national study. *International Journal of Science Education*, 38(4), 621–643. <https://doi.org/10.1080/09500693.2016.1156184>
- Samaras, G., Bonoti, F., y Christidou, V. (2012). Exploring children's perceptions of scientists through drawings and interviews. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 46, 1541–1546. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.05.337>
- Schibeci, R. A., y Riley, J. P. (1986). Influence of students' background and perceptions on science attitudes and achievement. *Journal of Research in Science Teaching*, 23(2), 177–187. <https://doi.org/10.1002/tea.3660230207>
- Schibeci, R. A., y Sorensen, I. (1983). Elementary school children's perceptions of scientists. *School Science and Mathematics*, 83(1), 14–20. <https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.1983.tb10087.x>
- Selwyn, N., Boraschi, D., y Özkula, S. M. (2009). Drawing digital pictures: An investigation of primary pupils' representations of ICT and schools. *British Educational Research Journal*, 35(6), 909–928. <https://doi.org/10.1080/01411920902834267>
- Shadish, W. R., Cook, T. D., y Campbell, D. T. (2002). *Experimental and quasi-experimental designs for generalized causal inference*. Houghton Mifflin.
- She, H. (1998). Gender and grade level differences in Taiwan students' stereotypes of science and scientists. *Research in Science & Technological Education*, 16(2), 125–135. <https://doi.org/10.1080/0263514980160202>

- Solomon, J., Duveen, J., y Scott, L. (1994). Pupils' images of scientific epistemology. *International Journal of Science Education*, 16(3), 361–373. <https://doi.org/10.1080/0950069940160309>
- Summers, R., y Abd-El-Khalick, F. (2018). Development and validation of an instrument to assess student attitudes toward science across grades 5 through 10. *Journal of Research in Science Teaching*, 55(2), 172–205. <https://doi.org/10.1002/tea.21416>
- Tabachnick, B. G., y Fidell, L. S. (2007). *Using multivariate statistics* (5th ed.). Pearson Education.
- Toma, R. B. (2021a). Problemas de validez y fiabilidad en los cuestionarios ROSE: revisión sistemática de la producción española. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 18(3), 3102. [https://doi.org/10.25267/Rev\\_Eureka\\_ensen\\_divulg\\_cie.nc.2021.v18.i3.3102](https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cie.nc.2021.v18.i3.3102)
- Toma, R. B. (2021b). Measuring children's perceived cost of school science: Instrument development and psychometric evaluation. *Studies in Educational Evaluation*, 70, 101009. <https://doi.org/10.1016/j.stueduc.2021.101009>
- Toma, R. B. (2024). Elementary school students' interests and attitudes towards biology and physics. *Journal of Biological Education*, 58(4), 972–983. <https://doi.org/10.1080/00219266.2022.2147208>
- Toma, R. B., y Lederman, N. G. (2022). A comprehensive review of instruments measuring attitudes toward science. *Research in Science Education*, 52(2), 567–582. <https://doi.org/10.1007/s11165-020-09967-1>
- Toniolo, B. P., Baptista, J. P., Ramos, C., Piñeiro-Naval, V., y Gradim, A. (2021). General knowledge and perception of Portuguese children about COVID-19. En Á. Rocha, C. Ferrás, C. E. Montenegro Marin, y V. H. Medina García

- (Eds.), *Information technology and systems* (pp. 179-197). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-68418-1\\_12](https://doi.org/10.1007/978-3-030-68418-1_12)
- Türkmen, H. (2008). Turkish primary students' perceptions about scientist and what factors affecting the image of the scientists. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 4(1), 55-61. <https://doi.org/10.12973/ejmste/75306>
- Tytler, R. (2014). Attitudes, identity, and aspirations toward science. En N. G. Lederman y S. K. Abell (Eds.), *Handbook of research on science education* (pp. 82-103). Routledge.
- Tytler, R., y Osborne, J. (2012). Attitudes and aspirations towards Science. En B. J. Fraser, K. Tobin, y C. J. McRobbie (Eds.), *Second International Handbook of Science Education* (pp. 597-625). Springer.
- Van Der Veen, J. (2012). Draw your physics homework? Art as a path to understanding in physics teaching. *American Educational Research Journal*, 49(2), 356-407. <https://doi.org/10.3102/0002831211435521>
- van den Hurk, A., Meelissen, M., y van Langen, A. (2019). Interventions in education to prevent STEM pipeline leakage. *International Journal of Science Education*, 41(2), 150-164. <https://doi.org/10.1080/09500693.2018.1540897>
- Vázquez, Á., y Manassero, M. A. (1998). Draw a scientist: Picture of scientists in high school students. *Infancia y Aprendizaje*, 21(83), 3-26. <https://doi.org/10.1174/021037098760893102>
- Viennot, L., y Kaminski, W. (2006). Can we evaluate the impact of a critical detail? The role of a type of diagram in understanding optical imaging. *International Journal of Science Education*, 28(15), 1867-1885. <https://doi.org/10.1080/09500690600718289>

- Vincent-Ruz, P., y Schunn, C. D. (2018). The nature of science identity and its role as the driver of student choices. *International Journal of STEM Education*, 5(1), 48. <https://doi.org/10.1186/s40594-018-0140-5>
- Ward, A. (1977). Magician in a white coat. *Science Activities*, 14(3), 6-9. <https://doi.org/10.1080/00368121.1977.10112610>
- Xu, X., y Lewis, J. E. (2011). Refinement of a chemistry attitude measure for college students. *Journal of Chemical Education*, 88(5), 561-568. <https://doi.org/10.1021/ed900071q>
- Yáñez-Pérez, I., Toma, R. B., y Meneses, J. Á. (2024). The IndagApp mobile app: an inquiry-based science teaching resource. Usability evaluation with pre-service teachers. *Journal of New Approaches in Educational Research*, 13(1), 7. <https://doi.org/10.1007/s44322-024-00008-7>
- Zhang, D., y Campbell, T. (2011). The psychometric evaluation of a three-dimension elementary science attitude survey. *Journal of Science Teacher Education*, 22, 595-612. <https://doi.org/10.1007/s10972-010-9202-3>

